

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ігоря СІКОРСЬКОГО»**

**ДЕТАЛІ ТА ВУЗЛИ ПРИЛАДІВ
РОЗДІЛ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ, ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ»**

**Методичні вказівки
до практичних занять
для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки
6.051003 «Приладобудування»**

*Рекомендовано вченою радою
приладобудівного факультету
(протокол №11/16 від 26.12.2016 р.)*

.

Київ - 2016

Деталі та вузли приладів. Розділ «Опір матеріалів, загальні положення»: методичні вказівки до практичних занять для студентів приладобудівного факультету напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування», денної форми навчання [Електронний ресурс] / Уклад.: Ж.О. Павленко, Г.А.Богдан. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 70 с.

Навчальне електронне мережне видання

ДЕТАЛІ ТА ВУЗЛИ ПРИЛАДІВ
РОЗДІЛ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ, ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ»

Методичні вказівки
до практичних занять
для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6.051003
«Приладобудування»

Укладачі: *Жанна Онисимівна Павленко., ст. викладач*
Богдан Галина Анатоліївна, асистент

Відповідальний
редактор: *Протасов А.Г., д.п.н., к.т.н., доцент*

Рецензент: *Клочко Т.Р., к.т.н.*

За редакцією укладачів

Основна мета курсового проектування з дисципліни «Деталі та вузли приладів»: ознайомитися з різними видами неруйнівного контролю виробів і механічними пристроями, що використовуються в системах контролю та їх практичною реалізацією у вигляді конкретних апаратів і установок; придбати навички з постановки і вирішення задач проектування механічних вузлів приладів та засобів неруйнівного контролю виробів; розрахувати і розробити кінематичні схеми, конструкції і складальні креслення механічних і електромеханічних вузлів та елементів приладів і систем неруйнівного контролю.

Знання та досвід, набуті при виконанні проекту, є базою для подальшої конструкторської роботи, а також для наскрізного проектування, виконання курсових проектів з спеціальних дисциплін та дипломного проекту. Робота над проектом вимагає використання спеціальної літератури і розширює світогляд майбутніх спеціалістів.

I. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

I.1 Тематика курсових проектів Проект - це комплект технічних документів, що відносяться до виробу, призначеного для виготовлення або модернізації і містить в собі розрахунки креслення, опис з принциповими обґрунтуваннями, графіки, макети і т.д. Курсовий проект з дисципліни «Деталі та вузли приладів» являє собою розробку електромеханічного пристрою, що виконує певні автономні функції, і є частиною системи неруйнівного контролю, заснованої на застосуванні певних фізичних явищ.

Всі завдання по курсовому проектуванню засновані на реально існуючих системах неруйнівного контролю (НК). З урахуванням характеристик і параметрів цих систем складені вихідні дані для проектування їх механічних пристроїв.

I.2 Зміст і обсяг курсового проекту.

Необхідна кількість і види документів, що належать до обов'язкового виконання, встановлюється кафедрою, що веде проектування. Про це вказується в технічному завданні на виконання курсового проекту 1 (Додаток рис.1), яке обов'язково видається Студенту і потім підшивається в готовий проект.

Вся конструкторська документація, що міститься в проекті, обов'язково виконується і оформлюється згідно вимог ЄСКД.

Курсовий проект з дисципліни «Деталі та вузли приладів» на кафедрі ПСНК складається з двох частин.

Розрахунково-пояснювальна записка об'ємом 25-30 сторінок.

Пояснювальну записку оформлюють на аркушах формату А4, що мають рамку й основний напис для текстової конструкторської

документації за міжнародними стандартами ГОСТ 2.104-68, ГОСТ 2.106-68 "Текстові документи". Розміри основного напису на першому аркуші – 185 x 40 мм, на наступних - 185 x 15 мм. Після аркуша «Технічного завдання» (Додаток, рис.1,2), титульного аркуша (Додаток, рис.3) необхідно привести зміст і текст завдання (розрахункова схема й вихідні дані). Розрахунки виконують у повній відповідності з вимогами завдання й схемами з вказуванням проектних значень розрахункових величин.

Формули, емпіричні коефіцієнти й інші довідкові та табличні дані необхідно супроводжувати посиланнями на літературу, зазначаючи її у квадратних дужках із вказівкою сторінки чи номера таблиці. Величини, що входять у формули, необхідно назвати, розташувавши їх пояснення під формулою. Числові значення величин підставляють у формули без проміжних обчислень і наводять кінцеві результати із вказуванням одиниці виміру величини. Якщо в розрахунках зустрічаються ідентичні обчислення (наприклад, розрахунків геометричних розмірів декількох зубчастих коліс), результати обчислень необхідно звести в таблицю.

Пояснювальну записку остаточно оформлюють після виконання графічної документації, оскільки результати конструювання можуть внести істотні поправки в розрахунки.

Пояснювальна записка повинна містити наступні розділи:

1. Вступ.
2. Призначення і застосування пристроїв неруйнівного контролю.
3. Аналіз методів неруйнівного контролю, що застосовуються для розв'язання різних задач.
4. Опис всього пристрою (згідно виданого завдання) та електроприводу
5. Розрахунок виконавчого механізму (в разі його наявності)
6. Підбір електродвигуна.
7. Визначення спільного передаточного відношення електроприводу та оптимальний розподіл його на окремі передачі з умов точності та мінімального моменту інерції пристрою.
8. Кінематичний розрахунок електроприводу і складання кінематичної схеми.
9. Силкові розрахунки; розрахунок геометричних розмірів елементів;
10. Перевірка на міцність найбільш навантажених деталей.
11. Розрахунок та конструювання валів пристрою.
12. Компоновка пристрою.
13. Вибір підшипників.
14. Розрахунок та конструювання муфти.
15. Уточнений розрахунок коефіцієнта корисної дії (ККД) пристрою.
16. Вибір покриттів та мастил.

17. Скорочений опис технології складання пристрою.
18. Список використаної літератури.

Примітка. До силових розрахунків і перевірки на міцність елементів привода відносяться: розрахунок виконавчого механізму, останньої найнавантаженої передачі редуктора, валів редуктора та елементів муфти.

Більш детально розрахунки різних механізмів описані в окремих Методичних вказівках: «МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до курсового проектування з дисципліни «Деталі та вузли приладів» (Розрахункова частина) для студентів приладобудівного факультету напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування».

Графічна частина містить:

1. Кінематичну схему електроприводу, виконану згідно вимог міждержавних стандартів.
2. Складальне креслення пристрою чи електроприводу;
3. Специфікацію на складальне креслення пристрою чи електроприводу та складальні одиниці;
4. Робочі креслення деталей кількістю 6 - 8 шт.

Кінематичну схему механізму розробляють на підставі кінематичних розрахунків і викреслюють на аркуші формату А4 згідно ГОСТ 2.701, - ГОСТ 2.703-68, ГОСТ 2.707-68, у яких наведені види й типи схем, умовні позначення й правила їх виконання. На цій схемі повинні бути пронумеровані вали, із вказуванням частоти обертання кожного; зубчасті колеса, із зазначенням кількості зубців, виконавчі механізми, а також наведені короткі технічні характеристики двигуна (тип, потужність і частота обертання), передатні відношення окремих передач і вихідні параметри вихідної ланки. Кресленик повинен містити основний напис за ГОСТ 2.104-68. Прилад виконання кінематичної схеми показана на рис.4 Додатку.

Складальний кресленик виробу виконують на форматі А1 (за узгодженням з Керівником допускається застосування формату А2 або А0) відповідно до норм і правил ЄСКД. Складальний кресленик повинен містити мінімально необхідну кількість видів, розрізів, перерізів і давати повне уявлення про розроблюваний виріб. Масштаб необхідно вибрати зі стандартного ряду і так, щоб зображення накреслених конструкцій було ясным і чітким. Основний напис кресленника виконують у відповідності з ГОСТ 2.104-68. Над основним написом розташовують технічні вимоги по складанню, регулюванню, вибору зазорів (люфтів), виконанню певних розмірів згідно з даним кресленням, змашуванню, електричному монтажу, спрощенням, наявним на кресленні; а також

вимоги до експлуатації, до довідкових розмірів та інше до розроблюваної конструкції.

Один з прикладів виконання кресленника складальної одиниці показаний на рис. 5а, 5б Додатку до наданих Методичних вказівок.

Більш детально конструкції різних механізмів і окремих вузлів надані і описані в окремих Методичних вказівках: «МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до курсового проектування з дисципліни «Деталі та вузли приладів» (графічна частина) для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування».

Деталювання призначає Керівник проекту із числа оригінальних деталей складального креслення або складальних одиниць розроблюваного виробу. Деталі розробляють як робочі кресленики згідно ЄСКД. Кресленики деталей виконують на окремих форматах. Вони повинні містити мінімально необхідну кількість видів, розрізів, а також технічні вимоги, необхідні для даної деталі (термообробка, покриття, відхилення форми й розташування поверхонь, розміри для довідок, розміри, виконувані разом з іншими деталями, тощо).

Кожний розмір, що виготовляється згідно з даним креслеником повинен мати граничні відхилення, проставлені згідно Єдиної системи допусків і посадок, що проставляються в числовому виді або спеціальними літерами. Якщо частина розмірів має поля допусків, виконувані з однаковими допусками і з однаковими відхиленнями, допускається в технічних вимогах робити наступний запис: $H12, h12, \pm \frac{IT12}{2}$. Технічні

вимоги розташовуються над основним записом.

Основний напис кресленника повинен відповідати ГОСТ 2.104-68 з обов'язковим вказуванням матеріалу деталі і стандарту на нього. Окремі приклади виконання робочих креслень показано на рис. 7, 8, 9 Додатку до наданих Методичних вказівок, а також у Методичних вказівках до графічної частини проекту.

Специфікація складається на кожну складальну одиницю й на складальний кресленик (рис.6а, 6б, 6в Додатку). Її виконують на форматі А4 за ГОСТ 2.108-68. Розміри основного напису першого аркуша специфікації 185x40 мм, наступні – 185x15 мм. У графі "Формат" проставляють формати тільки тих креслеників, які розробляють у даному курсовому проекті. Графу "Зона" не заповнюють. У графі "Найменування" спочатку приводять розділ "Документація". В нього записують складальний кресленик й кінематичну схему, за ним розділ "Складальні одиниці". В цей розділ записують всі складальні одиниці (при їх наявності), що входять безпосередньо в складальний кресленик у вигляді окремих вузлів. У розділі "Деталі" перераховують усі розроблені деталі,

що входять безпосередньо в складальний кресленик в порядку, встановленому в класифікаторах. Усі вироби й деталі, що мають державні й галузеві стандарти, записують у розділ "Стандартні вироби".

У межах кожної категорії стандартів запис виконують по групах виробів, об'єднаних по їхньому функціональним призначенню (наприклад, підшипники, кріпильні вироби та ін.), у межах кожної групи - за абеткою зростання стандартів, а в межах кожного стандарту - у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу. В розділ "Інші вироби" записують усі покупні вироби, за винятком стандартних (наприклад, електродвигуни, що не мають стандарту). Графу "Найменування" завершують розділом "Матеріали", куди записують всі матеріали, що безпосередньо використовуються в розроблюваному виробі (наприклад, проводи, нитки, та інше), але не матеріали, з яких виготовляються деталі.

У графі "Кількість" проставляють число однакових деталей. Після цього заповнюють графу "Позиція" у послідовності записів, виконаних у специфікації, крім розділу "Документація", і номери позицій переносять на складальне креслення. Графу "Позначення" заповнюють на підставі єдиної індексації всієї документації, що входить у курсовий проект.

Шифр проекту

Основний конструкторський документ – специфікація має шифр, що складається з наступних розділів:

XXXX. XXXXXX. XXX.
 а б в

де *а* - шифр спеціальності й номер навчальної групи студента, *б* - дві останні цифри номера залікової книжки й чотиризначний номер завдання; *в* - розділ, де проставлено нулі (наприклад, ПК81. 210301.000). Складальний кресленик має той же шифр, що й специфікація, але з додаванням наприкінці індексу СК (наприклад, ПК81.210301.000 СК). На кінематичній схемі до шифру додають індекс КЗ - схема кінематична принципова ГОСТ 2.701-76 (наприклад, ПК81.210301.000 КЗ). Шифр пояснювальної записки має додавання ПЗ - пояснювальна записка; наприклад, ПК81.210301.000ПЗ. Складальні одиниці, що входять у виріб, мають шифр, в якому у розділі "в" заповнюють порядковий номер складальний одиниці (наприклад, ПК81.210301.400).

Відповідні шифри проставляють на кожному аркуші пояснювальної записки і графічної документації. Позиції, що занесені в розділи "Стандартні вироби" і "Матеріали", шифру не мають.

Курсовий проект оформлюють у вигляді брошури в наступному порядку: титульний аркуш, технічне завдання на КП, зміст, пояснювальна записка з усіма розділами, кінематична схема, специфікація, складальний

кресленик, зігнутий і складений згідно 2.501-68, (формат, розмір якого більше А4, складається так, щоб його основний напис перебував на лицьовій частині внизу, і таким чином складений кресленик підшивають із лівої сторони аркуша); специфікація на складальні одиниці, кресленики складальних одиниць і деталей.

Титульний аркуш виконують на обкладинці зброшуровання. Зброшурований курсовий проект підписують Розробник – студент і Керівник проекту на титульному аркуші й креслениках.

I.3 Захист курсового проекту.

Курсовий проект виконується згідно доданого до нього календарного плану. Для виконання проекту призначаються як індивідуальні так і групові консультації. Хід виконання проекту згідно графіка навчального процесу контролюється Консультантом-викладачем, який в певні терміни проставляє Студенту атестацію. Виконаний курсовий проект у вказаний календарним планом строк виноситься на захист. Захист провадиться перед комісією з викладачів кафедри у формі співбесіди, в ході якої студент повинен надавати вичерпні відповіді на запитання і показати знання та вміння, придбані в процесі роботи над курсовим проектом. З урахуванням повноти і правильності відповідей Студент отримує відповідну оцінку та рейтингові бали.

II. ВСТУП

Існуючі засоби НК згідно ГОСТ 4.27-71 і ГОСТ 4.28-71 призначені для:

- Виявлення порушення цілісності матеріалу виробу;

- Оцінки дефектів структури матеріалу виробу ;

- Оцінки стану і дефектів фізико-хімічних властивостей матеріалу виробів

- Контролю геометричних розмірів виробів ;

Залежно від фізичних явищ, покладених в основу методів неруйнівного контролю, останні відповідно до ГОСТ 18353-79 поділяються на такі основні види: радіаційний, акустичний, магнітний, вихрострумний, радіохвильовий, тепловий, оптичний, електричний та контроль проникаючими речовинами.

Всі види неруйнівного контролю класифікуються за такими ознаками:

- характеру взаємодії фізичних полів або речовин з контрольованим об'єктом; наприклад, проникле та відбите випромінювання, магнітна індукція;
- первинним інформативним характеристикам, наприклад, амплітуда, фаза сигналу;
- засобом індикації первинної інформації (п'єзоелектричний, індукційний, хімічний і т.п.);

- засобом представлення остаточної інформації (візуальний, графічний, звуковий, світловий, метричний та ін);

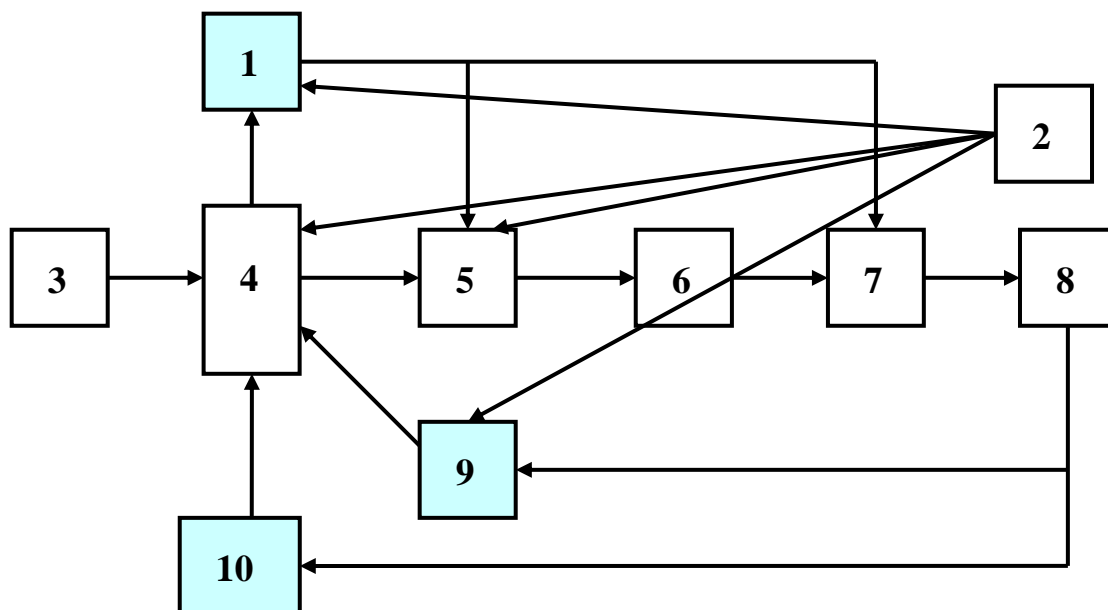


Рис.1 Узагальнена блок-схема системи НК

На рис.1 представлена узагальнена структурна схема системи НК, що відповідає більшості засобів і методів контролю. Об'єкт контролю (ОК) 4 сканують (послідовно обстежують) двома первинними перетворювачами (ПП): перетворювачем-випромінювачем 3, що впливає на об'єкт і перетворювачем-приймачем 5 з якого знімають інформацію. Блок сканування 1 (БС) в загальному випадку призначений для здійснення взаємних переміщень об'єкта та перетворювачів. В окремих випадках він може переміщувати або ОК або ПП. Блок 6 здійснює електронну обробку інформації. Інформація зберігається в блоці 7. Сюди ж надходять дані від блоку сканування для прив'язки інформації до відповідної контрольованої ділянки об'єкта. В цьому блоці здійснюється оцінка допустимості виявлених дефектів. Блок 8 дає команду на позначку дефектного місця дефектовідмітчиком 9 і на механізм 10, що направляє об'єкт контролю в бункер придатних або бракованих виробів, а також на систему управління технологічним процесом виробництва продукції з метою подальшого усунення дефекта. Для різних методів контролю надана схема може зазнавати суттєвих змін, однак наявність у них допоміжних механізмів обов'язкова. У вищезгаданій схемі скануючий пристрій 1, пристрій приводу 10, дефектовідмітчик 9 являють собою або механічні пристрої, або (частіше) електромеханічні.

Блоки сканування Допоміжними, але невід'ємними частинами систем НК є такі механічні вузли як електроприводи і скануючі пристрої.

Призначення цих вузлів у цілому схоже. Для забезпечення процесу контролю виробів, що мають як правило, значні розміри, складну конфігурацію і часто досить велику масу, (наприклад труби трубопроводів, рейки, металеві та неметалеві листи, тканини тощо); для контролю зварних швів і деталей складної конфігурації, для проведення медичних обстежень необхідно первинними перетворювачами (ПП), що мають малі розміри, контролювати досить довгі ділянки виробів або такі ділянки та зони, що мають великі площі і складний рельєф. Скануючі пристрої - це комплекси, як правило, механічні або електромеханічні, призначені для переміщення або перетворювачів по контрольованим виробам або виробів відносно перетворювачів; але частіше пристрої сканування здійснюють взаємні складні переміщення і перетворювачів і виробів з метою досягнення необхідної точності та достовірності контролю.

Переміщення ПП в просторі (зняття інформації) можна здійснювати вручну, або шляхом механічного чи електронного сканування. Ручне сканування здійснюється самим оператором шляхом переміщення вузла ПП по бажаній траєкторії. Наприклад, проведення медпрацівником процедури ультразвукового дослідження (УЗД) внутрішніх органів пацієнта. Перевага сканування вручну полягає в простоті процедури контролю: можливості контролювання об'єкта складної геометричної форми. Однак при цьому виникають проблеми з визначенням поточних координат перетворювача. Координати його розташування, прив'язані до деякої точки відліку, необхідні для відстеження місцезнаходження дефекту, що особливо важливо при контролі технічних виробів.

В зв'язку з цим частіше застосовується механічне сканування, що припускає переміщення блоку перетворювачів (або об'єкта контролю) за допомогою спеціальних електроприводів і виконавчих механізмів, що дозволяють забезпечити рух за певним законом (або траєкторії). Призначення електроприводів, що складаються з двигунів (Д) і різних передавальних механізмів (ПМ) - забезпечувати певні кінематичні характеристики (лінійну або кутову швидкість переміщення) та силові параметри (потужність, крутний момент або силу корисного опору) для приведення в рух перетворювачів ПП і (або) об'єктів контролю ОК. Призначення виконавчого механізму (ВМ), з яким з'єднаний або об'єкт контролю або первинний перетворювач - забезпечувати закон або траєкторію руху ПП і (або) ОК з метою проведення операції контролю і досягнення необхідної точності та достовірності.

ІІІ ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

ІІІ.1. Механізми різних пристроїв і систем неруйнівного контролю можна зобразити у вигляді блок-схеми

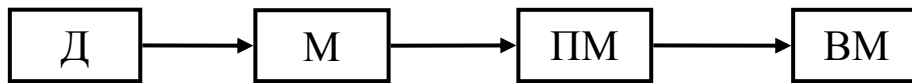


Рис.2 Блок-схема механізму

де:

Д - двигун;

М - муфта - вузол, що з'єднує вал двигуна і перший вал передавального механізму з метою передачі руху; ПМ - передавальний механізм (часто редуктор); ВМ - виконавчий механізм, з приєднанням до його вихідної ланки первинним перетворювачем або об'єктом контролю.

Примітка: якщо пристрій, що проектується, являє собою електропривод зі звичайним обертотворним рухом на виході, то блок ВМ у його складі відсутній.

В якості двигунів у системах НК використовуються стандартні двигуни постійного і змінного струму різної потужності (залежно від виду та характеристик ОК), а також крокові і п'єзодвигуни, що дозволяють покрокове (дискретне) переміщення ОК або ПП під час проведення контролю. До основних переваг останніх необхідно віднести їх точність (можливий крок кута повороту вала двигуна від 0,1 кут. сек до десятків кут. град.) і сумісність з пристроєм керування на базі комп'ютера.

У зв'язку з різноманітністю завдань і вимог до проведення контролю, існує багато технічних рішень передавальних і виконавчих механізмів. Застосовуються передавальні механізми з гнучким зв'язком, фрикційні механізми, зубчасті механізми різних видів тощо.

В якості виконавчих механізмів (у разі необхідності створення складних рухів) часто застосовуються гвинтові передачі, кулачкові механізми, рейкова передача та ін.

У різних варіантах курсового проекту для застосування вказані конкретні типи муфт, передавальних і виконавчих механізмів.

ІІІ.2. Структура методичних вказівок з курсового проектування.

Теми та варіанти курсових проектів, надані в цих методичних вказівках, мають наступну структуру: електромеханічні пристрої, що розробляються, є вузлами систем НК. Вони умовно віднесені до того чи іншого виду неруйнівного контролю. З початку кожного розділу наведено короткі теоретичні відомості з того чи іншого виду НК, що покладений в

основу роботи всієї системи. Механічні пристрої виконують в ній визначені функції і можуть проектуватися автономно від системи, але з урахуванням всіх параметрів і особливостей її роботи.

Всі завдання по курсовому проектуванню засновані на реально існуючих системах неруйнівного контролю. На основі характеристик і параметрів цих систем задаються вихідні дані для проектування їх механічних пристроїв.

Оскільки згідно специфіки дисципліни розраховуються і проектується тільки механічні вузли, то в завдання не входять (і не згадуються) блоки передачі і електронної обробки інформації, пристрої управління та інші вузли, які на практиці обов'язково входять до складу систем контролю.

III.3 Позначення, застосовувані в завданнях на курсовий проект :

- $V_{\text{вих}}$ - лінійна швидкість вихідної ланки;
- $\omega_{\text{вих}}$ - кутова швидкість вихідної ланки;
- $n_{\text{вих}}$ - частота обертання вихідної ланки;
- $P_{\text{вих}}$ - сила корисного опору на виході приводу;
- $M_{\text{вих}}$ - момент корисного опору на виході приводу;
- $S_{\text{вих}}$ - лінійне переміщення вихідної ланки;
- $t_{\text{год}}$ - термін роботи пристрою в годинах;

Для програмних механізмів:

- T - період циклу (час одного обороту);
- K – кількість кулачків програмного пристрою;
- d_0 - початковий діаметр кулачків програмного пристрою;
(діаметр заготовки)

Для мальтійських механізмів:

- T - період циклу (час одного обороту мальтійського хреста);
- $t_{\text{рух}}$ - час руху мальтійського хреста
- $t_{\text{вист}}$ - час вистою мальтійського хреста

IV. ТЕМИ І ВАРІАНТИ КУРСОВИХ ПРОЕКТІВ

IV.1 Радіаційний контроль

Радіаційний контроль заснований на реєстрації і аналізі проникаючого випромінювання після взаємодії з контрольованим об'єктом.

Для здійснення операції контролю радіаційними методами (рис.3) застосовують: джерело іонізуючого випромінювання 1 і детектор

(індикатор) 3, що реєструє дефектоскопічну інформацію. При проходженні іонізуючого випромінювання через контрольований виріб 2 відбувається його ослаблення - поглинання і розсіювання. Ступінь ослаблення залежить від товщини δ та щільності контрольованого виробу, а також від інтенсивності і енергії самого випромінювання. Наявність внутрішніх дефектів $\Delta\delta$ призводить до зміни інтенсивності та вихідної енергії пучка випромінювання.

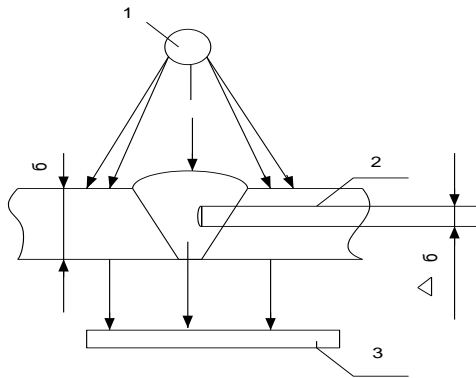


Рис.3 Схема контролю радіаційними методами

Радіаційний контроль класифікують:

- за характером взаємодії фізичних полів з контрольованим об'єктом проникаючого випромінювання, розсіяного випромінювання, активаційного аналізу характеристичного випромінювання;
- за первинним інформаційним параметром - зміною щільності потоку енергії, спектру випромінювання;
- за способом отримання первинної інформації - сцинтиляційний, іонізаційний, вторинних електронів, радіографічний, радіоскопічний.

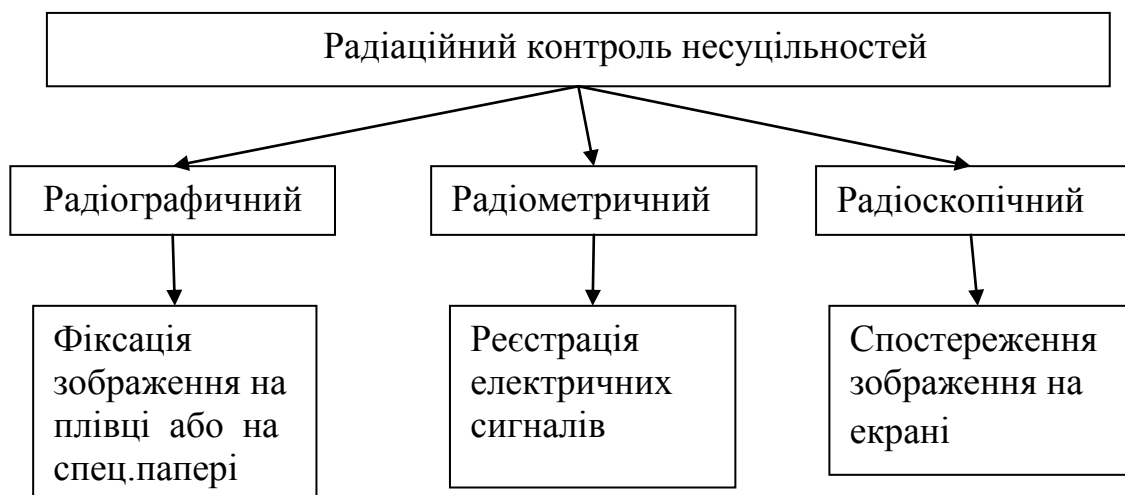


Рис.4 Класифікація методів радіаційного контролю
Радіографічний спосіб

Радіографія - отримання тіньового зображення контрольованого об'єкта на фоточутливій плівці або на папері, а також на напівпровідникових пластинах з подальшим перенесенням його на звичайний папір. Ступінь почорніння різних ділянок рентгенівської плівки після відпрацювання залежить від кількості зареєстрованих фотонів, яка в свою чергу залежить від ослаблювальної здатності контрольованого матеріалу. Видима на радіографічному знімку тіньова картина являє собою розподіл ослаблювальної здатності просвічуваного об'єкта.

Радіометричний спосіб

Радіометрія - отримання інформації про стан контрольованого об'єкта, просвічуваного іонізуючим випроміненням при безперервному перетворенні щільності проникаючого випромінення в електричний сигнал. Величина отриманого сигналу залежить від розмірів дефекту. За допомогою даного методу може здійснюватись безперервний контроль рухомих виробів з автоматичною обробкою інформації про дефекти. Цей спосіб забезпечує автоматизацію процесів контролю.

Радіоскопічний спосіб

Радіоскопія - отримання видимого динамічного зображення просвічуваного об'єкта радіоскопічним способом. В неруйнівному контролі використовують іонізуюче випромінювання рентгенівських апаратів (рентгенівських трубок), прискорювачів заряджених частинок (електронів) та радіоактивних ізотопів.

Завдання 1

ЕЛЕКТРОПРИВІД ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ДВЕРЦЯТ РЕНТГЕНКАМЕРИ

Електропривід призначений для переміщення дверцят рентгенкамери в радіаційному методі контролю виробів (рис. 5).

Принцип роботи пристрою: радіаційний контроль виробів здійснюють у рентгенкамері 1, де розміщені і джерело випромінювання і досліджуваній виріб (ОК) з пристроєм для його переміщення. Подача виробів на позицію контролю здійснюється вручну або маніпулятором.

Примітка: маніпулятор та пристрій для переміщення ОК в рентгенкамері розробці не підлягає.

Проектований електропривід 2, позначений умовно, призначено для переміщення дверцят 3 рентгенкамери. Електропривід згідно завдання складається з двигуна, муфти, редуктора заданого типу та виконавчого механізму. Виконавчим механізмом в цьому завданні є рейкова передача 4, вихідний елемент якої (рейка) безпосередньо змонтований на дверцятах рентгенкамери, що переміщуються зворотньо-поступально в направляючих 5, закріплених в корпусі камери. Величина переміщення залежить від габаритних розмірів рентгенкамери.

Управління пристроєм і спостереження за роботою системи здійснюється оператором дистанційно відповідно до правил техніки безпеки при роботі з радіаційним випромінюванням. Вихідні дані для проектування:

Термін функціонування пристрою - t (годин);

величина переміщення дверцят - S (мм);

сила корисного опору - P (Н).

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) і тип муфти, вказані у варіантах завдання Табл.1.

В ході виконання курсового проекту необхідно зробити розрахунки, розробити конструкцію приводу 2, що складається з електродвигуна, муфти і передавального механізму (редуктора). Редуктор складається з зубчастих передач, зазначених у варіанті завдання. Необхідно також вибрати тип і матеріал напрямних, застосувати необхідні мастила і покриття.

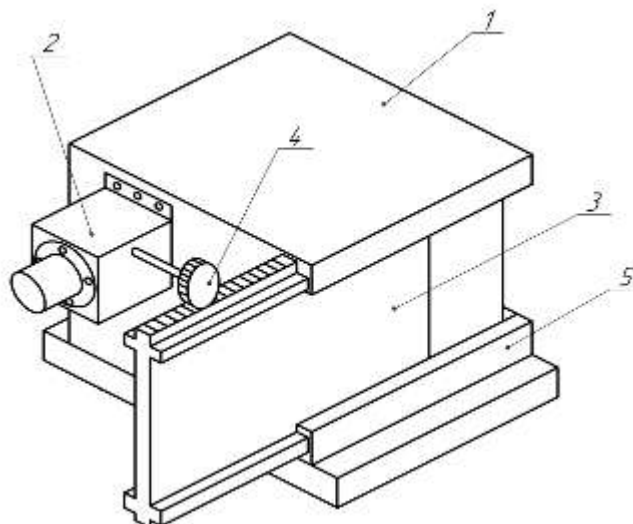


Рис. 5 Рентгенкамера з електроприводом для переміщення джерцят при радіаційному контролі виробів

Табл.1 Варіанти завдання 1

№вар.	Муфта	Склад передат. мех.	Виконавч. мех.	Швидкість переміщен. джерцят V, [мм/сек]	Вих. сила корисн. опору. P, [н]	Пере - міщення джерцят S, [мм]	Термін роботи t, [год]
1.	Втулкова зі штифтом	Конічна, черв'ячн. передачі	Рейкова передача	60	250	300	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Поводкова	Планет. 2-х ступінч. передачі	Рейкова передача	100	180	500	$2 \cdot 10^4$
3	Втулкова зі штифтом	Циліндричні передачі	Рейкова передача	50	180	450	$12 \cdot 10^3$
4	Поводкова	Планетарні одноступінч. передачі	Рейкова передача	70	250	350	$12 \cdot 10^4$
5	Втулкова зі шпонкою	Циліндричні передачі	Рейкова передача	50	150	300	$2 \cdot 10^4$
6	Поводкова	Циліндр. і планетарна одноступ. передачі	Рейкова передача	50	200	250	$20 \cdot 10^3$
7	Фрикційна циліндрич.	Планетарні одноступінч. передачі	Рейкова передача	40	220	240	$15 \cdot 10^3$
8	Поводкова	Циліндр. і планет. одноступ. передачі	Рейкова передача	80	250	320	$2 \cdot 10^4$

Зміст курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок з розділами, вказаними в п. І.2 «Загальні методичні вказівки»;
2. Графічна частина:
 - Кінематична схема електроприводу, виконана згідно стандартів
 - Складальний кресленик проектного електроприводу (без зображення рентгенкамери);
 - Специфікація на складальний кресленик електроприводу;
 - Робочі креслення деталей кількістю 6 - 8 шт

Завдання II

ЕЛЕКТРОПРИВІД ДЛЯ СИСТЕМИ НЕПЕРЕРВНОЇ РАДІОГРАФІЇ

Прилад (рис. 6) застосовується при безперервному радіографічному контролі якості матеріалів виробів (наприклад труб) та виявлення внутрішніх дефектів (пор, тріщин та ін.) зварних трубних з'єднань. Принцип роботи: джерело радіоактивного випромінювання 1 знаходиться в захисному кожусі 2, що має вікно. Цей вузол встановлюється відповідним чином відносно контрольованого об'єкта. (на рис. показано умовно) Через діафрагму 3, яка обмежує пучок випромінювання, промінь потрапляє на контрольовану ділянку поверхні виробу 4 і просвічує її. Об'єкт контролю - труба, встановлена на стойках, під час сеансу обертається з певною кутовою швидкістю. Результат контролю фіксується на рентгенівській плівці 5, яка протягується під виробом і має свій електропривід. Вузол з роліками 6 призначений для натягнення плівки і забезпечення її контакту з ОК. Електропривід 7, що підлягає розробці та проектуванню і позначений на рисунку умовно, призначений для приведення в рух самого виробу, тобто об'єкта контролю. Швидкість протягування плівки повинна бути узгоджена з кутовою швидкістю обертання об'єкта контролю (у курсовому проекті вузол протягування плівки не розробляється). Виріб (ОК) довжиною L мм і діаметром \varnothing мм розміщений на опорах-стойках, має бути закріплений в затискачах, які забезпечуватимуть передачу руху йому від вихідного вала приводу і простоту заміни контрольованого виробу.

Управління пристроєм здійснюється оператором дистанційно відповідно до правил техніки безпеки під час роботи з радіаційним випромінюванням.

В курсовому проекті розробляється електропривід 7, що складається в свою чергу з електродвигуна, муфти і передавального механізму (редуктора). Редуктор складається з зубчастих передач, зазначених у варіанті завдання.

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи приводу - t (годин);

Розміри контрольованого виробу: (L - довжина, мм; \varnothing -діаметр, мм);

Частота обертання ОК, n - (об / хв);

Вихідний обертовий момент M - (Нм);

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) і тип муфти, вказані у варіантах завдання. Табл.2.

В ході виконання курсового проекту необхідно провести розрахунки, розробити конструкцію приводу, вибрати тип і матеріали, з яких виготовлені напрямні, застосувати необхідні мастила і покриття.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п. 1.2 розділу «Загальні методичні вказівки» за винятком підпункту 5:

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу;
- Складальний кресленик проєктованого електроприводу та вузол з розташованим об'єктом контролю;
- Специфікація на складальний кресленик електроприводу;
- Робочі креслення деталей кількістю 6 - 8 шт.

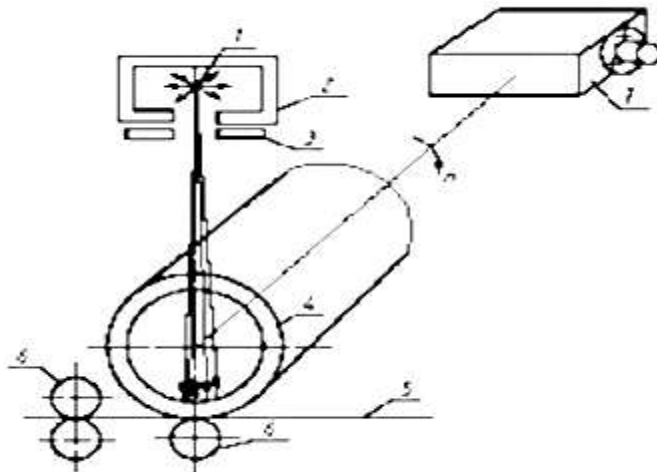


Рис. 6 Схема прилада для безперервного радіографічного контролю якості матеріалів виробів

Табл.2 Варіанти завдання II

№ вар .	Муфта	Склад редуктора	Частота обертання об'єкта контролю n, [об/хв]	Вих. момент корисн. опору. M, [нм]	Довжина ОК , L [мм]	Діаметр ОК, Ø [мм]	Термін роботи привода t, [год]
1.	Фрикційна циліндрич	Циліндричні передачі	45	1,5	600	50	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Поводкова	Планет. 2-х ступінч. передачі	30	1,8	1000	100	$2 \cdot 10^4$
3	Фрикційна Циліндрич.	Циліндричні передачі	50	1,8	450	60	$12 \cdot 10^3$
4	Поводкова	Планетарні одноступінч. передачі	60	2,50	350	80	$12 \cdot 10^4$
5	Втулкова зі шпонкою	Циліндричні передачі	80	1,50	300	90	$2 \cdot 10^4$
6	Поводкова	Циліндр. и планет.однос тупінчаста передачі	50	2	1250	100	$20 \cdot 10^3$
7	Фрикційна циліндрич.	Планетарні одноступінч. передачі	40	2,2	1250	100	$15 \cdot 10^3$

Завдання III

ЕЛЕКТРОПРИВІД ДЛЯ СИСТЕМИ ПОКАДРОВОЇ РАДІОГРАФІЇ

Прилад (рис. 7) застосовується при покадровому радіографічному контролі якості матеріалів виробів (наприклад труб) та виявлення внутрішніх дефектів (пор, тріщин та ін) зварних трубних з'єднань. Принцип роботи: джерело радіоактивного випромінювання 1 знаходиться в захисному кожусі 2, що має вікно. Цей вузол встановлюється відповідним чином відносно контрольованого об'єкта (на рис. показано умовно). Через діафрагму 3, що призначена для обмеження пучка випромінювання, промінь потрапляє на контрольовану ділянку поверхні виробу 4 і просвічує його. Об'єкт контролю - труба, встановлена на стойках, під час сеансу обертається з певною кутовою швидкістю. Результат контролю фіксується на рентгенівській плівці 5, яка протягується під виробом і має свій електропривід. Вузол з роліками 6 призначений для натягнення плівки і забезпечення її контакту з ОК. Електропривід 7, що підлягає розробці і позначений умовно, призначений

для приведення в рух самого виробу, тобто об'єкта контролю. Швидкість протягування плівки повинна бути узгоджена з кутовою швидкістю обертання об'єкта контролю (у курсовому проекті вузол протягування плівки не розробляється). Об'єкт контролю - зварна труба повинна кріпитися в затискачах приводу, що обертає її під час контролю, і легко зніматися після закінчення сеансу контролю.

Управління пристроєм здійснюється оператором дистанційно відповідно до правил техніки безпеки під час роботи з радіаційним випромінюванням. .

Основна відмінність цього спроектованого пристрою – забезпечення ним перервного обертального руху об'єкта контролю і поступального (покадрового) протягування рентгеночутливої плівки. Перервність руху з наперед заданими інтервалами руху і вистою забезпечується застосуванням на виході електроприводу мальтійського виконавчого механізму перервного руху 8 із зовнішнім або внутрішнім зачепленням. Тому весь пристрій і може бути застосований при покадровому радіографічному контролі виробів.

При роботі пристрою покадрове переміщення рентгенівської плівки і перервний обертальний рух ОК повинні бути узгоджені за швидкістю та іншими кінематичними параметрами. У цьому курсовому проекті пристрій узгодження і електропривід протягування плівки не розробляється. Виріб (ОК) довжиною L мм і діаметром \varnothing мм, розміщено на опорах-стійках. Він має бути закріплений в пристрої, який забезпечуватиме передачу руху ОК від вихідного вала електроприводу та його легку заміну. В курсовому проекті розробляється електропривід 7, що складається з електродвигуна, муфти, передавального механізму (редуктора) та мальтійського механізму. Редуктор складається з зубчастих передач, зазначених у варіанті завдання.

В ході виконання курсового проекту необхідно провести розрахунки, розробити конструкцію електроприводу, застосувати необхідні мастила і покриття.

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи електроприводу - t (годин);

Розміри контрольованого виробу: (L - довжина, мм; \varnothing -діаметр, мм)

Вихідний обертальний момент (на мальтійському хресті), $M_{\text{вих}}$ - (нм);

Період (час одного оберту) хреста - T , (сек);

Час руху хреста - $t_{\text{рух}}$, (сек)

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) і тип муфти, вказані у варіантах завдання Табл.3.

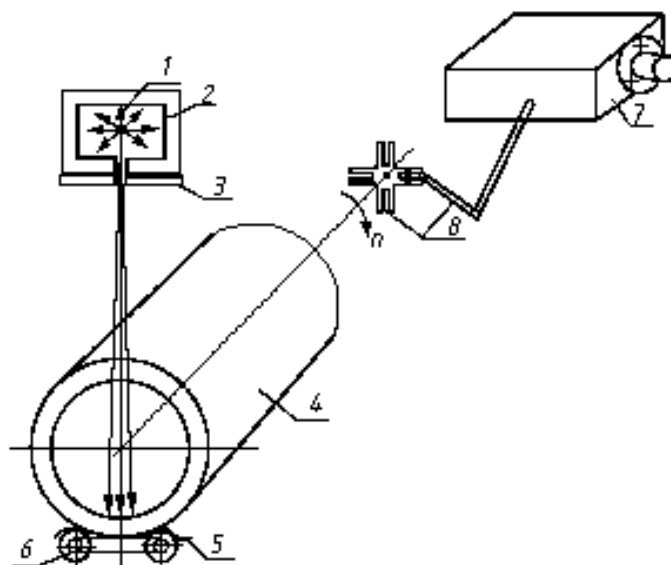


Рис.7 Схема прилада для покадрового радіографічного контролю якості матеріалів виробів

Табл.3 Варіанти завдання III

№ вар.	Муфта	Склад редуктора	Виконавчий механізм.	Період руху хреста T, [сек]	Час руху та час вистою $t_{рух}$, [сек] $t_{вист}$, [сек]	Крутн. момент корисн. опору. на хресті $M_{вих}$, [нм]	Довж. ОК, [мм]	Діа- метр ОК, [мм]	Термін роботи приводу t, [год]
1.	Повод- кова	Циліндр. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	20	5; 15	1,5	600	50	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Повод- кова	Циліндр. і черв'ячна передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	10	3; 7	1,80	1000	100	$2 \cdot 10^4$
3	Повод- кова	Циліндр. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	15	6; 9	1,80	450	60	$12 \cdot 10^3$
4	Повод- кова	Планетарні одноступ. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	10	3,75; 6,25	1,50	350	80	$12 \cdot 10^4$
5	Втулк. зі шпонк.	Циліндр. і черв. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	20	7,5; 12,5	1,50	300	90	$2 \cdot 10^4$
6	Повод- кова	Циліндр. і планетарна одноступ. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	6	2,4; 3,6	1,2	1250	100	$2,0 \cdot 10^3$
7	Повод- кова	Планетарні одноступ. передачі	Мальтійський з зовнішнім зацепленням	6	1,8; 4,2	1,2	1250	100	$15 \cdot 10^3$

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п. І.2. розділу «Загальні методичні вказівки».

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу, виконана згідно стандартів;
- Складальний кресленик проектного електроприводу та вузол з розташованим об'єктом контролю;
- Специфікація на складальний кресленик електроприводу; - Робочі креслення деталей кількістю 6 - 8 шт.

ІУ.2 Оптичний контроль

Оптичний неруйнівний контроль заснований на взаємодії світлового випромінювання з контрольованим об'єктом і реєстрації результатів цієї взаємодії. В більшості варіантів контролю використовується довжина хвиль світла дуже мала у порівнянні з геометричними розмірами деталей, елементів і дефектів контрольованих об'єктів; це дозволяє використовувати для аналізу можливості неруйнівного контролю розрахунок взаємодії з об'єктом випромінювання методами геометричної оптики. Але поряд з цим при визначенні дефектів малих розмірів, контролі тонких плівок і покриттів застосовуються методи, характерні для аналізу хвильових процесів.

Розрізняють візуальні і візуально-оптичні методи контролю; фотометричний, спектральний та телевізійний методи; а також методи, в основу яких покладено хвильові процеси: інтерференційний, дифракційний, поляризаційний тощо.

Завдяки великому об'єму інформації про ОК, що переноситься оптичним випромінюванням, можливе розв'язання великої групи задач з НК. До них відносяться задачі контролю геометричних параметрів продукції – проката, проволони, труб, профільованих виробів; плоских, сферичних і асферичних оптичних поверхонь; діаметрів текстильних ниток, скляних листів; будівельних конструкцій; виробів літакобудування, фотошаблонів та ін.

Оптичні методи контролю використовують при аналізі складу речовини, структури пластмас і полімерів, концентрації розчинів, структури тканин, концентрації шкідливих домішок у повітрі і воді, складу нафтопродуктів. З допомогою оптичних методів контролю можна контролювати вироби з прозорих та напівпрозорих для світлового випромінювання матеріалів. В залежності від властивостей матеріала

оптичний контроль можна здійснювати при проникаючому, відбитому чи розсіяному світлі, а в необхідних випадках і при комбінованому освітленні.

Завдання ІУ

ЕЛЕКТРОПРИВІД ГНУЧКОГО ОПТИЧНОГО ЕНДОСКОПА

Такий оптичний ендоскоп застосовують при необхідності візуального контролю виробів складної форми у важкодоступних його місцях (наприклад внутрішні поверхні зігнутих трубо- чи паропроводів значної довжини). Ендоскоп (рис. 8) складається з оптичного датчика 1, закріпленого на кінці гнучкого елемента 3 з оптоволоконом в середині. За допомогою електроприводу 4, позначеного умовно, датчик можна переміщувати з певною швидкістю $V_{\text{вих}}$ на необхідну відстань S для контролю стану внутрішніх стінок ОК, намотуючи при цьому гнучкий елемент на барабан 5. Для узгодження швидкостей обертання валів служать обгонні муфти 6, блок роликів 7 і паразитний ряд зубчастих коліс 8.

Розробці підлягає електропривід, що може бути розташований на плиті 2 або в корпусі і складається з електродвигуна, муфт (обираються в ході виконання КП) і передавального механізму (редуктора). Редуктор складається з зубчастих передач, зазначених у варіанті завдання.

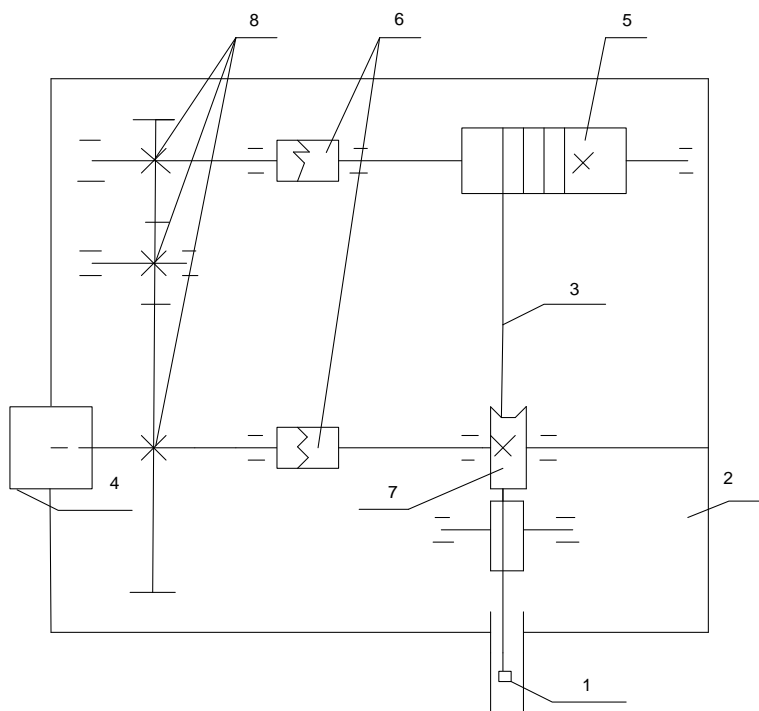


Рис. 8 Схема конструкції ендоскопа

В ході виконання курсового проекту необхідно провести розрахунки, розробити конструкцію приводу, застосувати необхідні мастила і покриття.

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи електроприводу - t (годин);

Швидкість переміщення оптичного перетворювача в середині об'єкта контролю - $V_{\text{вих}}$ (мм/сек);

Величина переміщення - S (м);

Сила корисного опору - P (н);

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) і тип муфти, вказані у варіантах завдання. Табл.4.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п.І.2 розділу «Загальні методичні вказівки» крім його підпункту 5.

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу, виконана згідно стандартів;
- Складальний кресленик проєктованого електроприводу та допоміжного вузла для намотування гнучкого елемента.
- Специфікація на складальний кресленик;
- Робочі кресленики деталей кількістю 6 - 8 шт.

Табл.4 Варіанти завдання ІУ

№ вар.	Муфта	Склад редуктора	Швидкість переміщ. ПП $V_{\text{вих}}$ (мм/сек);	Величина переміщ. ПП, S (м);	Сила корисного опору P (н)	Термін Роботи привода t , [год]
1		Планетарні одноступінч. передачі	100	2	4	$1,2 \cdot 10^3$
2		Циліндр. передачі	150	4	3	$2 \cdot 10^3$
3		Циліндр.і черв'ячна передачі	130	2	2	$1,2 \cdot 10^3$
4		Планетарні двохступінч. передачі	140	3	2	$1,5 \cdot 10^3$
5		Циліндр.пер едачі	160	3	3	$2 \cdot 10^3$

Завдання У

ЕЛЕКТРОПРИВОДИ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ТКАНИН

Більшість неметалевих промислових виробів містить в собі певну кількість вологи, яка впливає на їх технологічні та споживчі властивості. Як повна відсутність вологи так і її надлишок погіршують фізико-хімічні та фізико-механічні властивості більшості матеріалів, тоді як оптимальний її вміст (різний для різних матеріалів, виробів і продуктів) забезпечує їх високу якість.

Тому вологість матеріалів є одним з найважливіших якісних показників продукції і суворо регламентується державними стандартами. При визначенні і оцінці вмісту вологи в матеріалах, що контролюються, необхідно враховувати складні і різноманітні форми зв'язку вологи з матеріалом, а також здатність матеріалів поглинати та віддавати вологу.

Для текстильної промисловості, де об'єктом контролю є тканина, показник вмісту вологості має першорядне значення. Оскільки 80% виробництва тканин призначено для побутових потреб, то такі тканини розділяють (крім інших класифікацій) за призначенням. Такі, що повинні вбирати вологу (рушники, білизна та ін.) та такі, що не повинні її вбирати (наприклад декоративні, мебльові).

Крім того тканини розділяють на натуральні та хімічні; ткані і плетені, щільні та цупкі. Розрізняються вони також за стандартизованою шириною: 80, 90, 140, 160 см і за товщиною.

Для контролю вологості тканин найчастіше застосовують різні оптичні методи її контролю, оскільки їх характерною особливістю є безконтактні вимірювання, можливість інтегральної (усередненої) оцінки вологості у великих об'ємах (велика інформаційна ємність методу). Останнє є важливою перевагою, оскільки в реальних виробничих умовах спостерігається нерівномірний розподіл вологи в об'ємі. Розрізняють вологоміри, основані на прийомі відбитого випромінення, оптоелектронні вологоміри та вологоміри, основані на прийомі випромінення, що пройшло через об'єкт контролю. Первинними перетворювачами в вологомірах є сукупність випромінювачів, модуляторів світла та фотоприймачів, розташованих певним чином відносно контрольованого об'єкта.

В умовах виробництва, в разі необхідності контролю вологості, тканину (ОК), змотану в рулон, сканують блоком первинних оптичних перетворювачів (ПП) (рис. 9а, 9б). При цьому для якісного контролю слід забезпечити подачу тканини 1 в зону контролю її первинними перетворювачами 2 і 3 (рис.9а) і водночас переміщення самих перетворювачів відносно тканини, що рухається. Види переміщень,

швидкості переміщення ОК та ПП мають бути узгоджені між собою і залежати від розміру (метража) рулону контрольованої тканини та від її ширини.

В курсовому проекті покладено в основу вологомір, оснований на прийомі випромінювання, що пройшло через об'єкт контролю. Розробці підлягає пристрій сканування тканини оптичними первинними перетворювачами 2, 3, що переміщуються зворотно- поступально поперек тканини певної ширини. (рис.9б)

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи електроприводу - t (годин);

Швидкості переміщення тканини $V_{\text{тк}}$ (мм/сек); та блоку первинних перетворювачів $V_{\text{пп}}$ (мм/сек) в пристрої сканування.

Метраж рулону та ширина тканини (м)

Сила корисного опору (орієнтовна вага блоку ПП) - P (н);

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора), вказані у варіантах завдання. Табл.5.

Електропривід перемотування рулону та тип з'єднувальних муфт обирається в процесі роботи над КП.

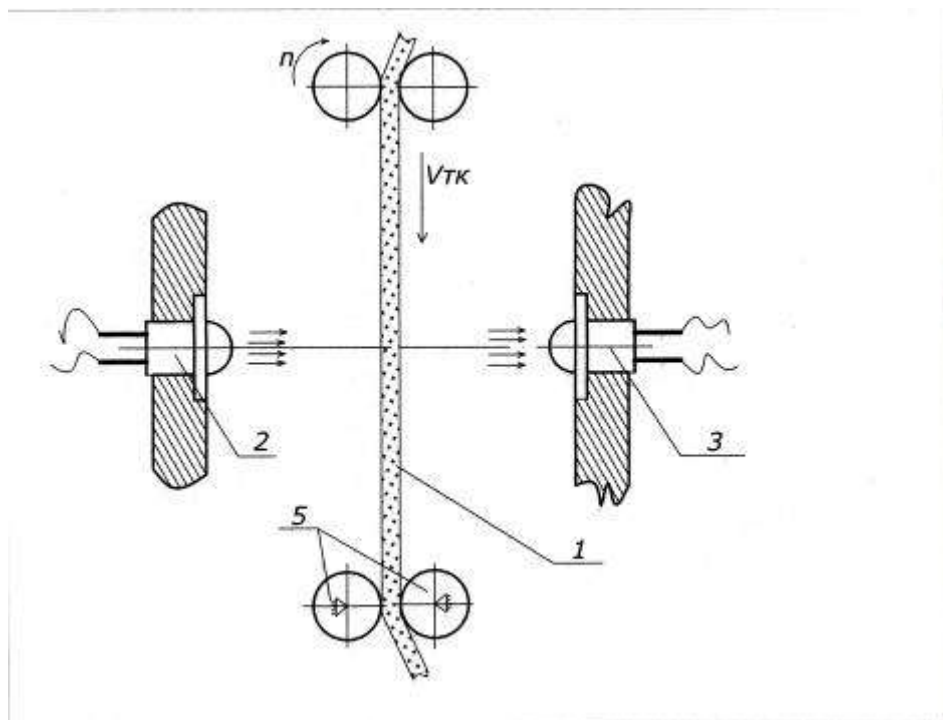


Рис. 9а Подача тканини 1 в зону контролю електроприводом 5

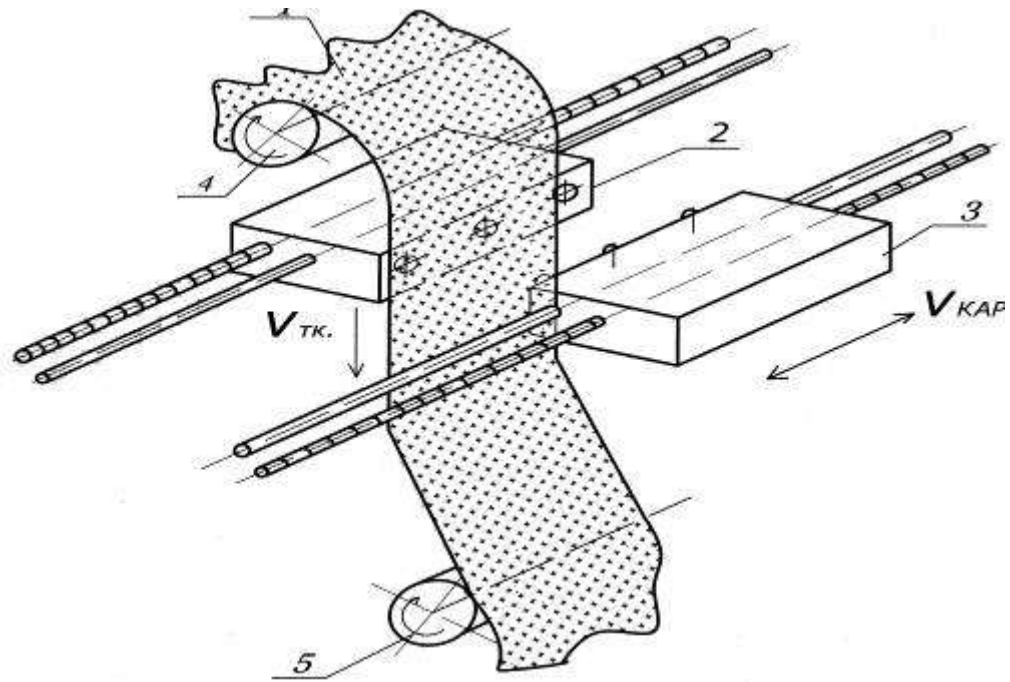


Рис. 9б Сканування тканини блоком первинних оптичних перетворювачів

Табл.5 Варіанти завдання У

№ ва р.	Метраж рулона та ширина тканини [м]	Склад редукторів електропривод у та пристрою сканування	Швидкість переміщен. тканини V_{TK} [мм/сек]	Швидкість переміщен. блоку первин. перетв. $V_{пп}$ [мм/сек]	Сила корисн. опору блоку P (н); – ПП	Вид виконавч. механізму пристрою сканування	Термін роботи пристр. t [год]
1	300; 0,8	Циліндр. передачі	200	200	3	Гвинтовий	$2 * 10^4$
2.	500; 0,8	Циліндр. передачі	210	280	4	Гвинтовий	$1,5 * 10^4$
3.	300; 0,9	Циліндр. передачі	200	300	4	Гвинтовий	$1,2 * 10^4$
4.	400; 0,8	Циліндр. передач	250	350	3	Гвинтовий	$3 * 10^4$
5.	500; 0,8	Циліндр. передачі	210	400	3	Гвинтовий	$2 * 10^4$
6.	300; 0,9	Циліндр. передачі	250	450	2,5	Гвинтовий	$2 * 10^4$

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п.І.2 розділу «Загальні методичні вказівки» .

2.Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу та пристрою сканування, виконані згідно стандартів;
- Складальний кресленик проєктованого пристрою сканування та (за вказівкою Консультанта) вузла з розташованим об'єктом контролю;
- Специфікація на складальний кресленик пристрою сканування;
- Робочі кресленики деталей кількістю 6 - 8 шт.

ІУ.3 Ультразвуковий контроль

Ультразвуковий контроль - вид неруйнівного контролю, заснований на реєстрації параметрів пружних хвиль, порушуваних в контрольованому об'єкті за допомогою УЗ перетворювача - випромінювача. Ультразвукові хвилі (УЗВ), що використовуються в дефектоскопії, являють собою пружні коливання з частотою 0,05 ... 25 МГц, що розповсюджуються в матеріалі контрольованого виробу. Наявність на шляху поширення хвилі дефекту викликає зміну акустичного поля. Реєструючи за допомогою приймача ослаблення або віддзеркалення акустичної хвилі від ОК, судять про наявність дефекту. УЗ-випромінювання підпорядковується законам геометричної оптики: відображається, заломлюється, у нього можливі явища інтерференції і дифракції.

Класифікація ультразвукових методів контролю показана на рис.10.

На рис.11 показані схеми УЗ - контролю з різним підключенням перетворювачів: а - роздільно; б - поєднане; в - роздільно-поєднане. Тут: Г, ГР - генератори УЗ коливань, Пр - приймач; В - випромінювач; Н, L - координати дефекту; α - кут між УЗ-променем і вертикаллю; 1, 2 - номери дефектів і імпульсів на екрані дефектоскопа.

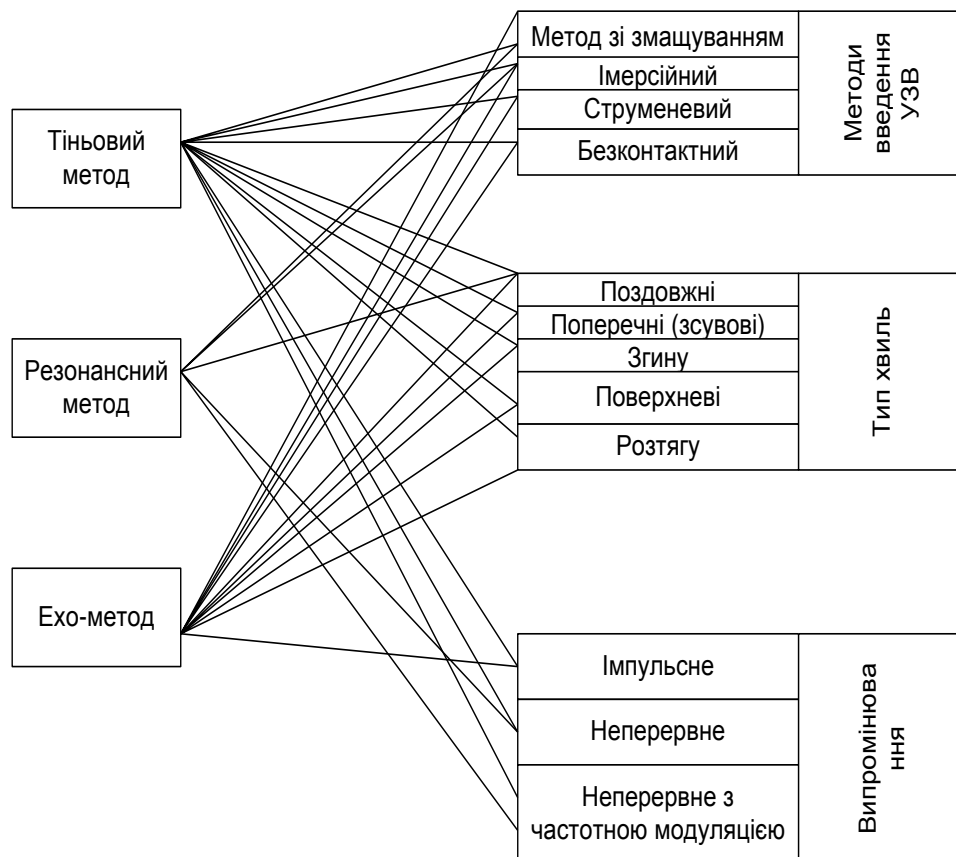
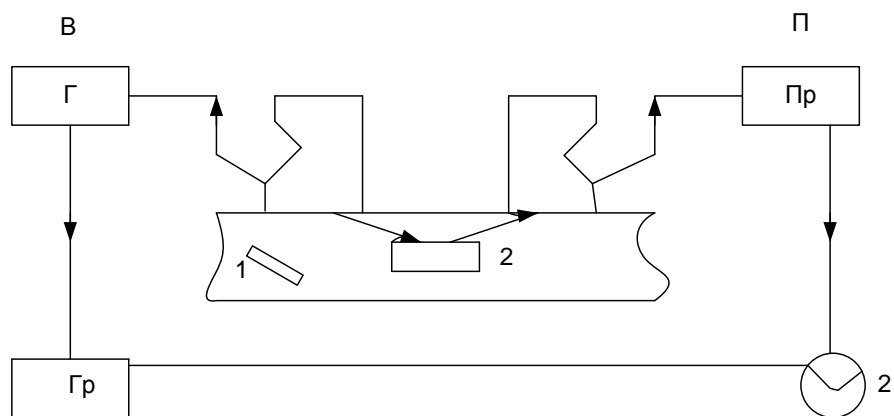
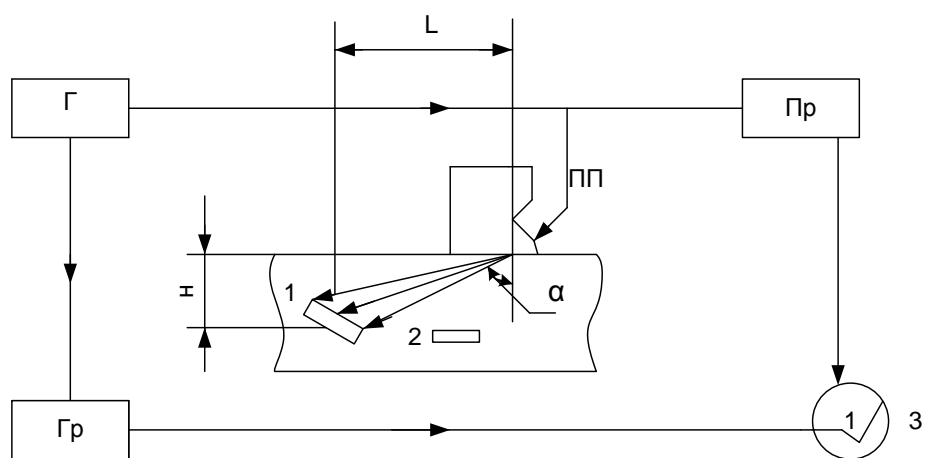


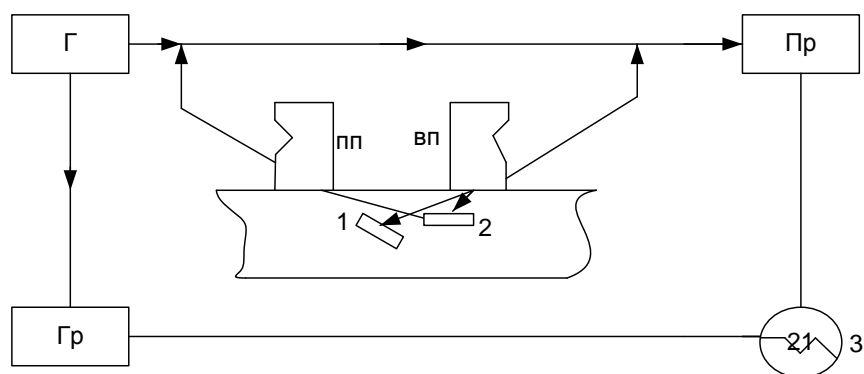
Рис.10 Класифікація ультразвукових методів контролю



а



б



в

Рис. 11 Схеми УЗ - контролю з різним підключенням перетворювачів

При ультразвуковій дефектоскопії зварних з'єднань використовують дефектоскопи, схема яких зображена на рис.11. Вони дозволяють реалізувати методи просвічування прямим, одноразово, дворазово або багатократно відбитим променем.

При УЗД зварних з'єднань похилий шукач переміщується зворотньо-поступально у пришовий зоні певної ширини з кроком 2...3 мм. Зона переміщення шукача визначається по графікам, таблицям, номограмам або дослідним шляхом. При наявності доступу «прозвучування» виконується з двох боків валика підсилення шва.

Шви товщиною більше 150 мм «прозвучуються», як правило, прямим променем у всіх доступних площинах з'єднання, шукачами з кутом призми 30° та 40°. При відсутності доступу «прозвучування» виконується з одного боку з використанням режиму контролю «пошарово», чутливість підвищується оператором зі збільшенням товщини шва. Для зменшення «мертвої» зони верхня частина шва контролюється шукачем з кутом призми 50... 53°. При визначенні координат дефекту вноситься поправка, що визначається досвідом або по номограмі.

Методичні особливості УЗД зварних з'єднань великих товщин визначаються головним чином маркою сталі (хімічним складом), товщиною та структурою шва, методом зварки та ін..

Параметри, що рекомендуються при контролі зварних швів з вуглецевих сталей різної товщини наведені в Табл.6.

Табл.6. Параметри контролю зварних швів

Товщина шва, мм	Частота, МГц	Розмір п'єзопластини, мм	Кут призми, град	Чутливість (по еквівалентній площі) мм ²
3 – 10	5	4 – 6	50 – 55	1 – 2
10 – 50	2,5	12 – 15	40 – 50	2 – 7
50 – 150	1,5 – 2	15 – 20	30 – 40	7 – 15
150 – 2000	0,1 – 1,5	30 – 50	0 – 30	15 – 80

Завдання УІ

ЕЛЕКТРОПРИВІД ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ СТИКОВИХ ШВІВ

Пристрій призначений для контролю стикових зварних швів труб різних діаметрів і складається (рис. 12) з електроприводу 1, позначеного умовно, контрольованого виробу 2, розміщеного в підтримуючих опорах 3. Обертання з електроприводу на виріб передається через муфту – зажим 4, контроль здійснюється блоком ультразвукових перетворювачів 5, розташованих на окремому порталі, який підводиться до ОК на час проведення операції контролю. Цей блок розробці не підлягає.

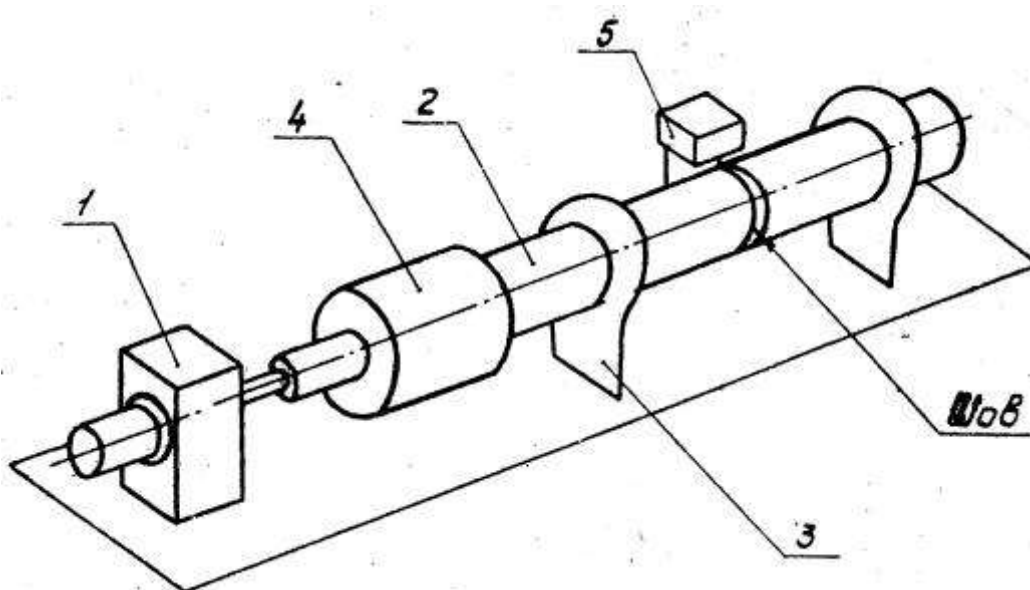


Рис. 12 Пристрій для контролю стикових зварних швів труб різних діаметрів

Принцип роботи. Контрольований виріб розміщують в підтримуючих опорах і закріплюють його. В зоні шва розміщують УЗ перетворювачі і вмикають електродвигун. Через електропривід, що складається з різних зазначених у завданні зубчастих передач, і муфту - зажим рух передається на виріб. Виріб заданих розмірів (діаметру \varnothing і довжини L) обертається з частотою n (об / хв) до закінчення сеансу контролю. Весь пристрій може бути змонтовано на робочому столі або плиті. Розробці підлягає електропривід та вузол кріплення об'єкта контролю.

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи електроприводу - t (годин);

Частота обертання об'єкта контролю- n (об/хв);
 Вихідний крутний момент - $M_{\text{вих}}$ (нм);
 Габаритні розміри ОК: діаметр - \varnothing (мм) і довжина - L (мм);

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) та тип муфти вказані у варіантах завдання. Табл.7.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п. I.2 розділу «Загальні методичні вказівки» крім його підпункту 5.

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу;
- Складальний кресленик проєктованого електроприводу та вузла з розташованим об'єктом контролю;
- Специфікація на складальний кресленик електроприводу;
- Робочі кресленики деталей в кількості 6 - 8 шт.

Табл.7 Варіанти завдання УІ

№ вар.	Муфта	Склад редуктора	Частота обертання об'єкта контролю n , [об/хв]	Вихідний крутний момент опору M , [нм]	Довжина ОК [мм]	Діаметр ОК, [мм]	Термін роботи привода t , [год]
1.	Фрикційна циліндрич	Циліндричні передачі	45	2,5	600	50	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Поводкова	Планет. 2-х ступінч. передачі	30	3	1000	100	$2 \cdot 10^4$
3	Фрикційна циліндрич	Циліндричні передачі	50	1,8	450	60	$12 \cdot 10^3$
4	Поводкова	Планетарні одноступінч. передачі	60	2,5	350	80	$12 \cdot 10^4$
5	Втулкова зі шпонкою	Циліндричні передачі	80	1,5	300	90	$2 \cdot 10^4$
6	Поводкова	Циліндр. і планет. одноступ. передачі	50	4	1250	100	$20 \cdot 10^3$
7	Фрикційна циліндрич.	Планетарні одноступінч. передачі	40	4	1250	100	$15 \cdot 10^3$

Завдання УІІ

ПРОГРАМНИЙ МЕХАНІЗМ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛОПРОКАТУ

Програмний механізм призначений для комутації електричних ланцюгів перемикання УЗ- датчиків контролю параметрів (наприклад товщини) металопрокату при його виробництві (Рис.13).

Установка складається з програмного механізму, набору УЗ датчиків, розташованих певним чином над рухомим прокатом і системи аналізу інформації. У цілому система автоматичного контролю забезпечує вимірювання і якісну оцінку фізичних і механічних параметрів металопрокату за допомогою включення в ті чи інші задані інтервали часу певних контролюючих пристроїв.

Проектований програмний механізм (Рис.13б) складається з електроприводу 1, зображеного умовно, і командного апарату, що складається з профільованих обертових дисків-кулачків 2 і перемикачів 3. Пристрій розташовується згідно схеми монтажу всіх контролюючих засобів біля установки з валками, по яких переміщується контрольований металопрокат. Електропривід складається з двигуна, муфти і передавального механізму, складеного з зубчастих передач заданих типів. Рельєф бокової робочої поверхні кулачків командного апарату треба зпрофілювати відповідно до заданої циклограми (що являє по суті алгоритм) перемикання датчиків. При обертанні з певною швидкістю кулачки своєю робочою поверхнею, яка представляє комбінацію дугових опуклостей і западин певної довжини, замикають або розмикають контакти ланцюгів підключення УЗ-датчиків на задані проміжки часу.

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи електроприводу - t (годин);

Період циклу зпрацьовування (час одного обороту кулачка) програмного механізму, - T (сек);

Сила замикання однієї контактної групи на виході, - P (н);

Хід рухомого контакту, - S (мм);

Кількість кулачків програмного пристрою (УЗ - датчиків, що перемикаються) – K ;

Початковий діаметр кулачків (діаметр заготовки), d_0 мм;

Циклограма роботи (рис. 13а), на якій тривалість замикання кожної контактної пари позначена в частках від періоду T .

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) та тип муфти вказані у варіантах завдання Табл.8.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п. I.2 розділу «Загальні методичні вказівки».

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу;
- Складальний кресленик проєктованого електроприводу;
- Специфікація на складальний кресленик електроприводу;
- Робочі кресленики деталей кількістю 6 - 8 шт;

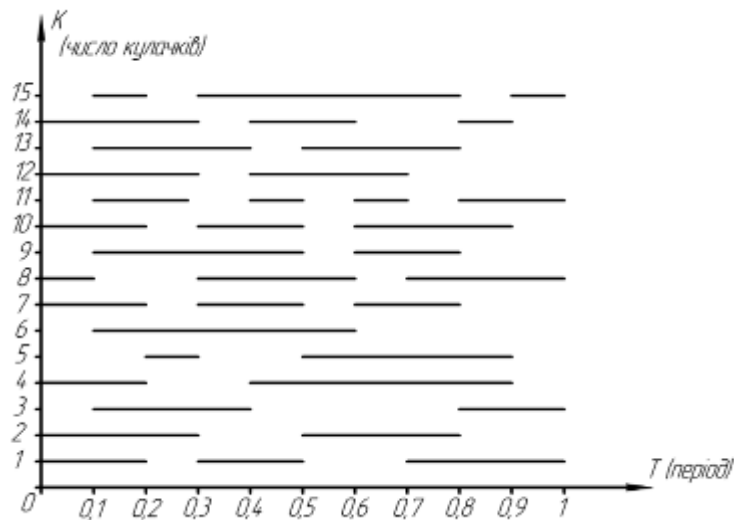


Рис. 13а Циклограма роботи програмного механізму

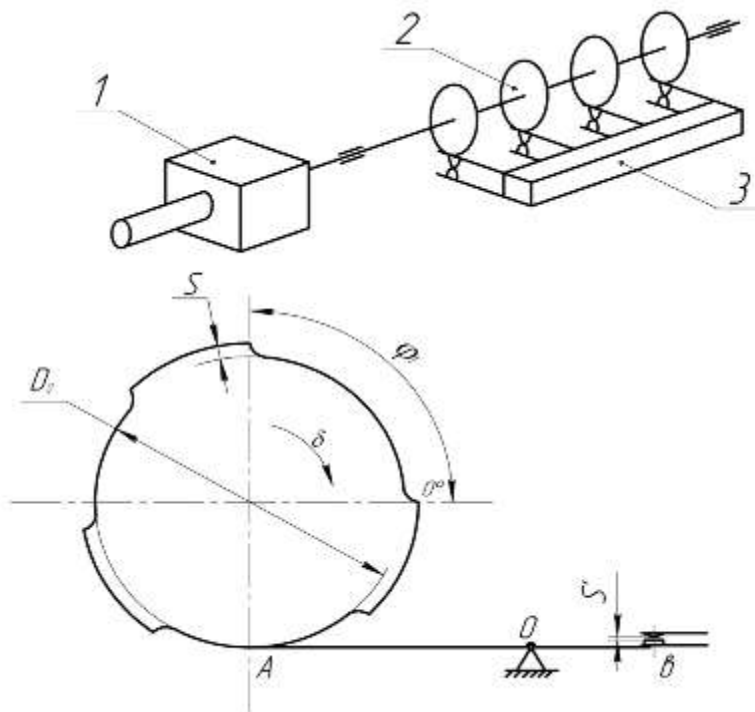


Рис. 13б Програмний механізм

Табл.8 Варіанти завдання УП

№ ва р.	Муфта	Склад редуктора	Сила замикання однієї контактно ї групи на виході, Р [н];	Період цикла зпрацьов. програм. механізму, Т, [сек]	Хід рухомого контакта, S [мм];	Кількість кулачків програм. мех., К	Мах діаметр кулачка програмного мех., d_0 [мм];	Термін роботи привода t, [год.]
1.	Фрикційн. циліндр.	Циліндр. передачі.	1	2,5	1,5 - 2	5	30	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Фрикційн з плоскою пружин.	Конічна і циліндр. передачі	0,9	3	1,5 - 2	10	40	$2 \cdot 10^4$
3	Фрикційн. циліндр.	Циліндр. передачі	1,1	18	1,5 - 2	6	50	$12 \cdot 10^3$
4	Фрикційн. з плоскою пружин.	Конічна і циліндр. передачі	1,2	5	1,5 - 2	8	40	$12 \cdot 10^4$
5	Фрикційн. Циліндр.	Циліндр. передачі	1	2,5	1,5 - 2	9	35	$2 \cdot 10^4$
6	Фрикційн конічна	Циліндр. и планет одноступ. передачі	1,2	4	1,5 - 2	12	45	$20 \cdot 10^3$
7	Фрикційн. циліндр.	Планет. одноступ. передачі	0.9	4	1,5 - 2	15	25	$15 \cdot 10^3$

Завдання УІІІ

ДВОКООРДИНАТНИЙ ПРИСТРІЙ СКАНУВАННЯ

Пристрій призначено для покрокового переміщення по двох координатах друкованої багатошарової плати при контролі її якості.

В цілому система УЗ - контролю застосовується для знаходження дефектів (непроклеєв, розшарувань, і т.д.) в керамічних багатошарових друкованих платах. Форма об'єкта контролю (плати) - прямокутна. Кількість шарів в платі - 3; товщина плати - 3 мм. Можливі дефекти виробу - непростеї, розшарування.

Загальний вид установки показано на рис.14

Вся система складається з кількох блоків:

- Блоку механічного сканування;
- Блоку управління, вимірювання та відображення інформації;
- Блоку друку;
- Функціонування пристрою.

УЗ - випромінювач і приймач 1 розташовані і закріплені нерухомо в технічній ванні 2, заповненій для кращого акустичного контакту имерсійною рідиною (водою). За допомогою пристрою сканування контролювана друкована плата 3 поступально покроково переміщується

між цими двома перетворювачами, розташованими навпроти один одного. Таким чином відбувається сканування об'єкта контролю. Можливий варіант, коли за заданою програмою переміщуються самі перетворювачі, а ОК закріплений нерухомо. В процесі контролю вимірюється амплітуда акустичного сигналу, що пройшов крізь плату, і вона порівнюється з амплітудою заданого порогового значення. При наявності дефекту інформація про нього з'являється на моніторі і координати дефекту стають відомими. Орієнтовна величина розпізнаваних дефектів - 2мм.

У курсовому проекті розробці підлягає пристрій сканування (рис. 15), що складається з двох електроприводів 1 і 2, позначених умовно, які забезпечують незалежні переміщення ОК (плати) вздовж осей X і Y. Кожен з приводів складається з крокових або п'єзодвигунів, які задають дискретне покрокове переміщення ОК з необхідною для виявлення дефектів точністю, муфт і передавальних механізмів згідно варіанту завдання. Перетворення обертового руху в поступальний рух ОК вздовж координат X та Y відбувається за допомогою гвинтових механізмів 3 та 4. В них ланками, що рухаються поступально, є платформи : 5 - по осі X - з розташованим на ній електроприводом осі Y; і 6 - по осі Y із закріпленням на ній об'єктом контролю 7. Для підтримки і забезпечення точності поступального руху застосовано напрямні 8, 9. Вони закріплені в стойках 10, 11. Об'єкт контролю закріплено в тримачі 12. Пристрій сканування закріплено на кутниках 13, 14, які в свою чергу монтуються на технічній ванні.

Вихідні дані для проектування:

- Термін роботи пристрою - t (годин);
- Швидкості переміщення вихідних ланок уздовж осей - V_x ; V_y , (мм/сек);
- Розміри ОК, що задають робочі переміщення платформ по осях X та Y – (мм);
- Рекомендовані: типи крокових двигунів; діаметри гвинтів по осях X та Y;

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) та тип муфти вказані у варіантах завдання Табл. 9.

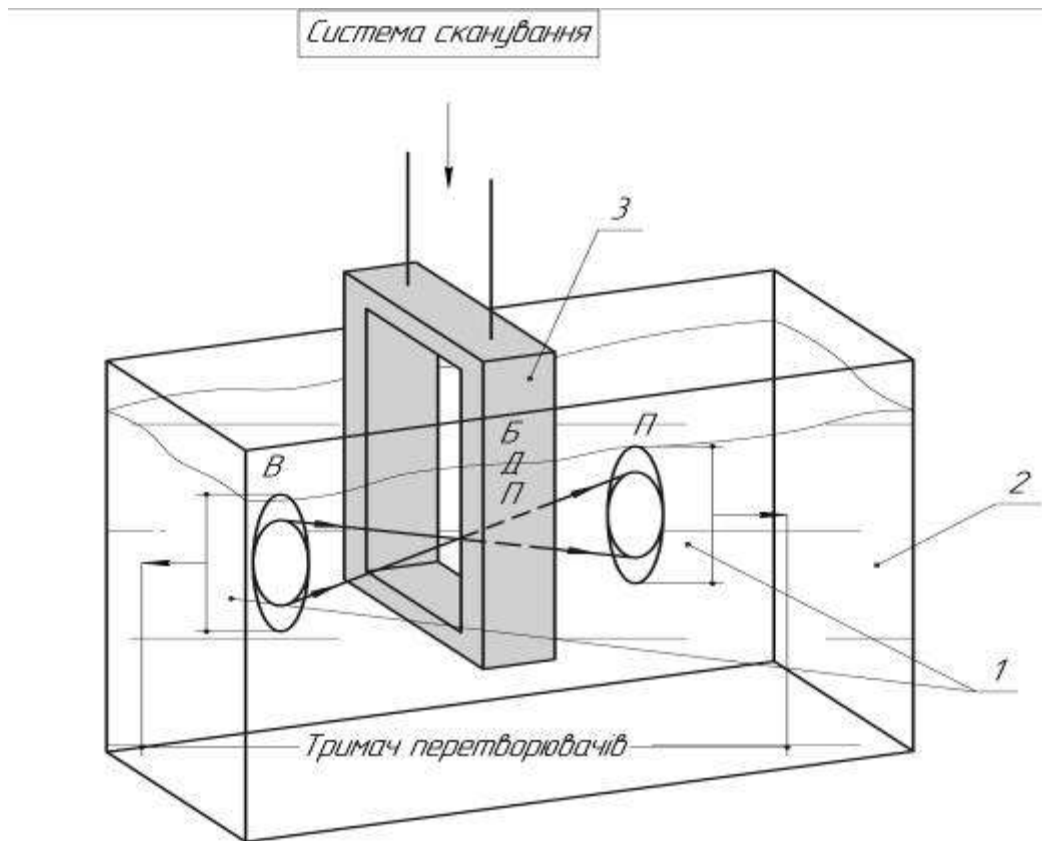


Рис.14 Загальний вигляд установки

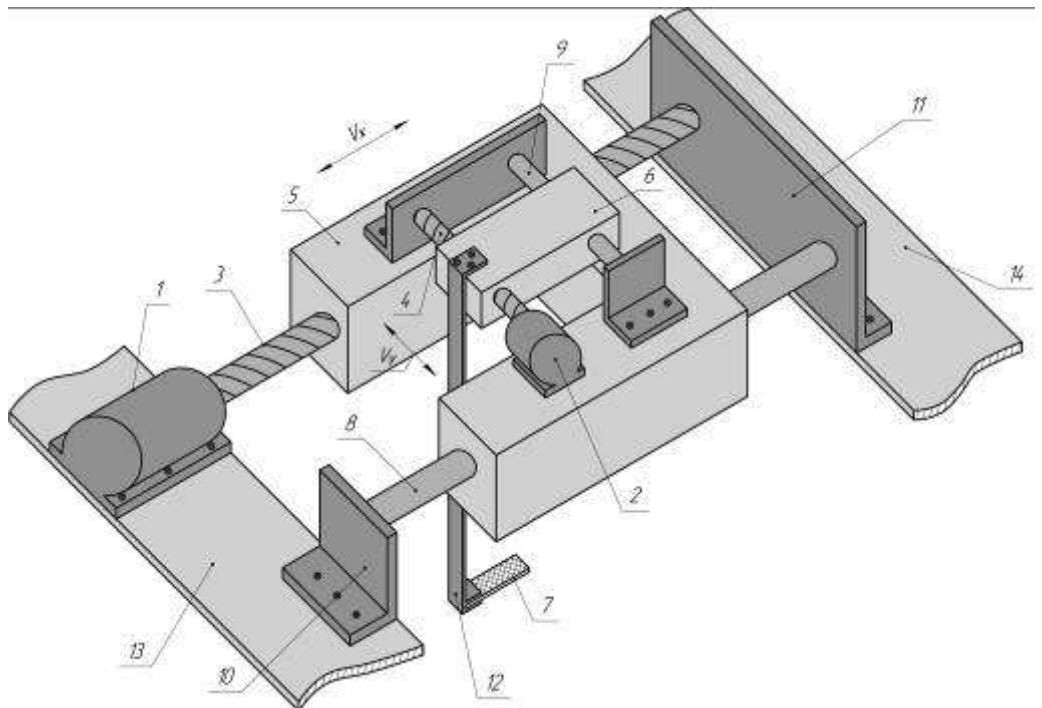


Рис.15 Пристрій сканування

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п.І.2 розділу «Загальні методичні вказівки».

2.Графічна частина:

- Кінематична схема пристрою сканування, виконана згідно стандартів;
- Складальний кресленик проектного пристрою сканування;
- Специфікація на складальний кресленик пристрою сканування;
- Робочі кресленики деталей в кількості 6 - 8 шт.

Табл.9 Варіанти завдання УІІІ

№ вар	Рекомендовані типи двигунів		Швидкість переміщення, [мм/сек]		Рекомендовані передаточні Механізми		Виконавчі мех.-гвинтові діаметр гвинта, [мм]		Розміри ОК (робочі переміщення) [мм]		Термін роботи пристрою [год]
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
1	ШДР-711; ШДР-521		50	50	Циліндр.передачі		20	16	300x200		$1,2 \cdot 10^3$
2	ШДР-711; ШДР-521		40	30	Планет. передачі		20	14	200x100		$2,0 \cdot 10^3$
3	ШДР-711; ШДР-521		30	50	Циліндр.передачі		18	12	250x150		$2,5 \cdot 10^3$
4	ШДР-711; ШДР-521		60	30	Циліндр.передачі		20	14	250x150		$1,2 \cdot 10^3$
5	ШДР-721; ШДР-711		30	50	Планет. передачі		16	10	200x100		$2 \cdot 10^3$
6	ШДР-721; ШДР-711		60	30	Планет. передачі		14	10	250x150		$1,2 \cdot 10^3$
7	ШДР-721; ШДР-711		30	50	Планет. передачі		16	10	200x100		$2,5 \cdot 10^3$
8	ШДР-721; ШДР-711		40	40	Циліндр. передачі		20	12	300x200		$2,5 \cdot 10^3$

Завдання ІХ

ЕЛЕКТРОПРИВІД ДЛЯ УЗ-СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ СТІНОК ОБСАДНОЇ КОЛОНИ

При глибокому (до 6 - 6,5 км) бурінні нафтових свердловин постає завдання збереження самої свердловини і недопуск до неї водомістких шарів ґрунту. Для цього у свердловину опускають обсадні колони, що складаються з обсадних труб (циліндрів певного діаметру) і цементують їх. В результаті старіння свердловини відбувається погіршення стану обсадної труби (знос, іржа і т.д.) і стан герметичності всієї колони. Виникає проблема контролю товщини стінок обсадної труби, яка вирішується застосуванням УЗ - системи контролю.

Система складається з наземної частини - бурової машини зі спеціальним устаткуванням та свердловинного пристрою (рис. 16). Свердловинний пристрій має у своєму складі електромеханічний блок з рухомими датчиками, електронний блок обробки інформації тощо. Електромеханічний блок (електропривід) 1 складається з двигуна, планетарного редуктора, муфти, замків і т.д. Для виконання операції контролю колону 3 звільняють від її вмісту 6. Наземний електропривід, що входить до складу обладнання бурової машини, опускає і піднімає свердловинний пристрій. У момент підйому (робочий хід) УЗ- датчики 4, 5 всередині свердловинного пристрою від свого електроприводу отримують обертальний рух з певною частотою обертання n та збуджують в матеріалі стінки колони акустичні коливання. Реєструючи ослаблення або віддзеркалення акустичної хвилі від ОК, приймачі передають інформацію на електронний блок для її обробки.

У курсовому проекті розробці підлягає електропривід обертання УЗ датчиків.

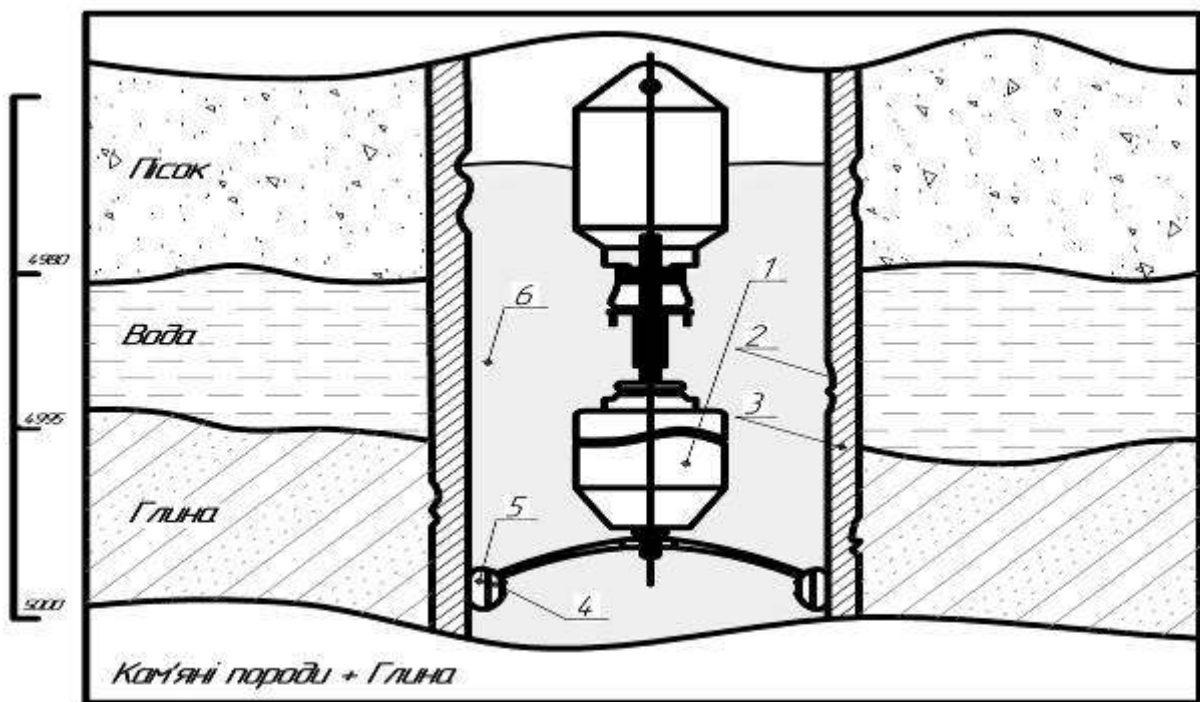


Рис.16 Зовнішній вид системи

Вихідні дані для проектування:

Термін роботи пристрою - t (годин);

Частота обертання вихідного вала з закріпленим на ньому блоку ПП
– n [об/хв] ;

Вихідний крутний момент корисного опору - M (нм);

Ці величини, як і елементи передавального механізму (редуктора) та тип муфти вказані у варіантах завдання Табл.10.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить розділи, вказані в п.І.2 розділу «Загальні методичні вказівки» крім його підпункту 5;

2. Графічна частина:

- Кінематична схема електроприводу, виконана згідно стандартів;
- Складальний кресленик проєктованого електроприводу;
- Специфікація на складальний кресленик електроприводу;
- Робочі кресленики деталей в кількості 6 - 8 шт;

Табл.10 Варіанти завдання IX

№ ва р.	Муфта	Склад редуктора	Частота обертання вих вала, n [об/хв]	Крутний момент корисн. опору на вих. валі M, [нм]	Лінійна швидкість підйому скв.приладу V, [м/сек]	Термін роботи привода t, [год]
1.	Фрикційн. конічна з плоскою пружин.	Планет. 2-х ступінчасті передачі	10	2,5	0,2	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Фрикційн. циліндрич	Планет. 2-х ступінчасті передачі	50	3	0,2	$2 \cdot 10^4$
3	Фрикційн циліндрич з плоскою пружин.	Планетарн. одноступін передачі	20	6	0,2	$12 \cdot 10^3$
4	Фрикційн конічна	Планетарні одноступінч . передачі	30	5	0,2	$12 \cdot 10^4$
5	Фрикційн циліндрич з плоскою пружин.	Планет. 2-х ступінчасті передачі	40	4,5	0,2	$2 \cdot 10^4$
6	Фрикційн циліндрич	Планетарн одноступ передачі	35	4	0,2	$20 \cdot 10^3$
7	Фрикційн конічна	Планетарн одноступін передачі	40	2	0,2	$15 \cdot 10^3$

Завдання Х

ЕЛЕКТРОПРИВІД УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПРИБОРУ УЗ-ТЕРАПІЇ

Прилад УЗ-терапії призначено для лікування хронічних захворювань в стадії їх ремісії та в післяопераційний період для пришвидшення відновлювальних процесів та розсмоктуванню операційних рубців та спайок.

Дія ультразвуку і біофізичні ефекти, викликані ним, в основному визначаються змінним акустичним рухом, особливо значним прискоренням коливань часток відповідного біологічного середовища (тканин органів пацієнта).

В основі механізму фізіологічної дії ультразвукових коливань на біотканини лежать три основні фактори: механічний, фізико-хімічний і тепловий. Механічна дія обумовлена змінним акустичним тиском і виражається вібраційним мікромасажем тканин на клітинному рівні, підвищенням проникненості клітинних і тканинових мембран.

Фізико-хімічна дія ультразвуку визначається тим, що його можна сприймати як каталізатор фізико-хімічних, біофізичних і біохімічних процесів в організмі. Теплова дія при невеликих інтенсивностях ультразвукових хвиль виникає в результаті трансформації механічної енергії в теплову.

В лікувальних апаратах використовують УЗ з частотою понад (10 ...100) кГц, що виникає в результаті явища зворотнього п'єзоефекта, коли спеціальна пластина, виготовлена з п'єзоматеріала і розміщена в змінному електричному полі під його впливом змінює свої розміри, випромінюючи УЗ-коливання певної частоти.

Лікування ультразвуком провадять у вигляді впливу на зону ураження чи рефлексогенні зони. Прозвучується визначена ділянка тіла хворого розміром орієнтовно (100...250) см². Прозвучування провадять в безперервному або в імпульсному (більш спокійному) режимі. Для покращання акустичного контакту між тілом хворого та випромінювачем використовують різні контактні рідини (вазелін, креми тощо.) Для прозвучування існують дві методики: стабільна, коли випромінювач встановлюють нерухомо на зону ураження та лабільна, коли випромінювач під час процедури безперервно переміщується по ураженій зоні.

Основними блоками фізіотерапевтичних апаратів є вискочастотний генератор і УЗ перетворювач. Перетворювач вмотовано в окрему голівку (випромінювач), що зв'язаний з апаратом гнучким кабелем. Для режиму

ручного користування медпрацівником випромінювач може мати тримач. Для автоматизованого проведення процедури, коли відома довжина або площа операційного шва чи зони післяоперативного втручання, що підлягає лікуванню, може бути використаний мініатюрний електропривод зворотньо-поступального руху, з розташованим на ньому випромінювачем. Саме цей електропривод складає тему курсового проекту. Наявність такого приводу звільнює медперсонал від ручного маніпулювання випромінювачем під час проведення процедури (тривалістю в середньому 10...15 хвилин), дозволяє створити стабільний режим роботи апарату (постійну швидкість переміщення, забезпечення надійного акустичного контакту тощо).

Під час проведення лікувального сеанса пацієнт розташовується горизонтально на медичному ліжку. До нього на штативі підводиться апарат зі змонтованою на штанзі регульованої висоти платформою з розташованим приводом, на виході якого встановлено УЗ випромінювач. Медпрацівник на пульті управління задає необхідну величину переміщення випромінювача, швидкість цього переміщення, час тривалості процедури.

В курсовому проекті розробці підлягає електропривід, на виході якого закріплено УЗ-перетворювач. Зворотньо-поступальний рух йому забезпечує рейкова передача, на вихідній ланці - рейці якої і закріплений перетворювач, зв'язаний з генератором УЗ-коливань гнучким кабелем.

Об'єм курсового проекту:

1. Розрахунково-пояснювальна записка обсягом 25-30 сторінок містить всі розділи, вказані в п.І.2 розділу «Загальні методичні вказівки»
2. Графічна частина містить:
 - Кинематичну схему електроприводу, виконану згідно вимог стандартів;
 - Складальний кресленик електроприводу, розташованого на платформі;
 - Специфікацію на складальний кресленик електроприводу;
 - Робочі кресленики деталей в кількості 6 - 8 шт.

Табл.11 Варіанти завдання X

№ ва р.	Муфта	Склад передат. механізму	Виконавч . мех.	Швидкість переміщ. перетв. V, [мм\сек]	Вих. сила корисного опору. P, [н]	Величина переміщ. перетв. S, [мм]	Тривалість процедури [хв.]	Термін роботи t, [год]
№ ва р	Муфта	Склад передат. механізму	Виконавч . мех.	Швидкість переміщ. перетв. V, [мм\сек]	Вих. сила корисного опору. P, [н]	Величина переміщ.	Тривалість процедури	Термін роботи t, [год]
1.	Втулкова зі штифт.	Конічна, черв'ячн. перед.	Рейкова передача	60	2,5	200	10	$1,2 \cdot 10^4$
2.	Поводкова	Планет. 2-х ступінч. передача	Рейкова передача	100	3	300	20	$2 \cdot 10^4$
3	Втулкова зі штифт.	Циліндр. передачі	Рейкова передача	50	1,8	350	15	$12 \cdot 10^3$
4	Поводкова	Планетарні одноступін ч. передачі	Рейкова передача	70	2,5	250	20	$12 \cdot 10^4$
5	Втулкова зі шпонкою.	Конічна, черв'ячн. перед	Рейкова передача	50	1,5	300	20	$2 \cdot 10^4$
6	Поводкова	Циліндр. и планет. одн оступ. передачі	Рейкова передача	50	3	250	15	$20 \cdot 10^3$
7	Поводкова	Циліндр. и планет. одн оступ. передачі	Рейкова передача	80	2,5	220	15	$2 \cdot 10^4$

У. ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Майже у всіх варіантах КП розрахунки починаються з вибору електродвигуна, що є джерелом руху всього механізму. Але в деяких варіантах для цього не вистачає відповідних параметрів виконавчих механізмів. В цих випадках слід зробити так званий *попередній розрахунок* виконавчого механізму, тобто розрахувати чи призначити конструктивно ті параметри чи розміри елементів виконавчих механізмів, без яких неможливо підібрати двигун та виконати кінематичний розрахунок. До таких параметрів належить, наприклад, кутова швидкість вихідної ланки $\omega_{\text{вих}}$ і вихідний момент опору $M_{\text{вих}}$, або потужність $N_{\text{вих}}$ на цьому валі. Теоретичні відомості, порядок *повного* розрахунку, який є обов'язковим до виконання в ході подальшої роботи над КП, варіанти конструктивних рішень різних виконавчих механізмів наведено у відповідних методичних вказівках.

У.1 Попередній розрахунок виконавчих механізмів

Виконавчими механізмами можуть бути різні механізми як поступального так і обертового руху. До виконавчих механізмів поступального руху відносяться: рейкова передача, проста чи диференціальна гвинтові передачі, кулачковий механізм зі штовхачем, що переміщується поступально та ін.

Виконавчі механізми обертального руху можна розділити на механізми неперервного руху (наприклад програмний механізм, кулачок зі штовхачем, що коливається); механізми перервного руху (наприклад мальтійські механізми зовнішнього та внутрішнього зачеплення).

У.1.1. Виконавчі механізми поступального руху.

Рейкова передача призначена для перетворення поступального руху в обертотий чи навпаки.

За звичай при розрахунку рейкової передачі задана швидкість переміщення рейки V [м/сек], сила корисного опору P [н], та з конструктивних міркувань – переміщення рейки S [мм]. При попередньому розрахунку цієї передачі з конструктивних міркувань (наприклад з бажаних габаритних розмірів всього пристрою) призначають дільний діаметр рейкового колеса d і визначають його кутову швидкість ω_{pk} [рад/сек].

$$\omega_{pk} = \frac{2 \cdot V}{d} \quad [У.1]$$

Цього достатньо, щоб при обраному двигуні провадити кінематичний розрахунок пристрою.

Повний розрахунок рейкової передачі наведено в відповідних Методичних вказівках [Л.9]

Передача гвинт – гайка у звичайному та диференціальному виконанні призначена для перетворення обертального руху в поступальний, а також для отримання сумарного переміщення (підсумовуючий механізм) чи різниці двох переміщень (різницевий диференціальний механізм). В деяких випадках передачу використовують для перетворення поступального руху в обертальний.

В якості вихідних даних як правило задані швидкість переміщення гайки V [мм/сек], осьова сила, що діє на гайку P [н], та з конструктивних міркувань – переміщення гайки S [мм].

При попередньому розрахунку, виходячи з умови міцності, треба визначити внутрішній діаметр різі, заокруглити його до стандартного значення; з конструктивних міркувань, користуючись стандартами, обрати вид різі, її крок p , призначити кількість заходів k та визначити параметр

різі h . По цих даних можна визначити частоту обертання гвинта $n_{гв}$ та провадити подальші кінематичні розрахунки.

$$n_{гв} = \frac{60 \cdot V}{h} \quad [Y.2]$$

Де h – параметр різі; $h = p \cdot k$

Порядок повного розрахунку гвинтових механізмів, довідникові величини та розрахункові формули наведені в відповідних Методичних вказівках [Л.6]

Кулачковий механізм зі штовхачем, що переміщується поступально, призначено для перетворення обертового руху кулачка в поступальний рух штовхача, але за визначеним, наперед заданим законом. При розрахунках кулачкового механізму такого типу закон переміщення штовхача задають у вигляді функції кута повороту кулачка, задають і швидкість штовхача

V [мм/сек], силу корисного опору P [н] і величину переміщення штовхача S [мм]. При попередньому розрахунку для визначення частоти обертання вала функціональних кулачків використовують формулу:

$$n = \frac{60}{T} \quad [Y.3]$$

де T - період циклу (час одного оберту) кулачка, сек;

Для симетричного архимедова кулачка:

$$n = \frac{60 \cdot V}{2 \cdot S} \quad [Y.4]$$

де V [мм/сек], швидкість переміщення штовхача,

S [мм], величина переміщення штовхача

Повний розрахунок виконавчого механізму з симетричним архимедовим кулачком наведено в [Л.11].

У.1.2. Виконавчі механізми обертального руху

Програмний механізм являє собою розподільчий вал, (рис.13б) на якому закріплено функціональні кулачки, що призначені для замикання (розмикання) електричних ланцюгів за законом, заданим циклограмою (алгоритмом) їх роботи. В циклограмі роботи (рис.13а) по осі абсцис відкладено період (цикл) обертання кулачків T [сек], розділений на десяті долі. Необхідну за завданням кількість кулачків K обирають по осі ординат. Для розрахунку задають необхідну кількість кулачків K , силу, необхідну для надійного замикання одного контакту P [н], початковий діаметр кулачка d_0 [мм], робочий хід контакту S [мм], період обертання T .

При попередньому розрахунку визначають частоту обертання вихідного вала $n_{\text{вих}}$ і момент корисного опору на виході $M_{\text{вих}}$ за формулами:

$$n_{\text{вих}} = \frac{60}{T} \quad [\text{У.5}]$$

$$M_{\text{вих}} = \frac{P}{2} \cdot d_0 \cdot K \quad [\text{У.6}]$$

Профільювання кулачків згідно циклограми здійснюється наступним чином: період T розбито на 10 частин, що відповідає розбиттю диска кулачка на таку ж кількість секторів з центральними кутами по 36° . Від прийнятої нульової точки в бік, протилежний напрямку руху диска кулачка, на ньому виконують виступи висотою S мм і довжиною, що відповідає циклограмі відповідного кулачка. Таким чином, протягом деяких долей періода кожен кулачок замикає або розмикає відповідну контактну групу (рис.13б).

Кулачковий механізм з коливальним рухом штовхача призначено для перетворення обертального руху в коливальний за заданим законом. Виконавчий механізм такого типа вимагає повного розрахунку згідно [Л.11]. Для подальших розрахунків необхідно використовувати максимальне значення кутової швидкості штовхача.

Мальтійські механізми як з зовнішнім так і з внутрішнім зачепленням використовують для перетворення неперервного руху кривошипа в перервний рух вихідної ланки - хреста з відповідними часом руху- $t_{\text{рух}}$ і часом вистою - $t_{\text{вист}}$. Такі механізми одразу повністю розраховують згідно [Л.12].

У.2 Визначення потужності на виході пристрою

Якщо на виході пристрою здійснюється поступальний рух, то номінальна потужність визначається за формулою:

$$N_{\text{вих}} = P_{\text{вих}} \cdot V_{\text{вих}} \quad [\text{Вт}], \quad [\text{У.7}]$$

де $P_{\text{вих}}$ – сила корисного опору на виході пристрою, [н],
 $V_{\text{вих}}$ - лінійна швидкість руху вихідної ланки, [м/сек],

Якщо на виході пристрою обертальний рух, то потужність визначають:

$$N_{\text{вих}} = M_{\text{вих}} \cdot \omega_{\text{вих}} \quad [\text{Вт}], \quad [\text{У.8}]$$

де $M_{\text{вих}}$ - вихідний момент корисного опору, [нм],

$\omega_{\text{вих}}$ - кутова швидкість обертання вихідної ланки [рад/сек],

Примітка: при відомій частоті обертання $n_{\text{вих}}$ кутова швидкість визначається за формулою:

$$\omega_{\text{вих}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{вих}}}{60} \quad [\text{У.9}]$$

У.3 Вибір двигуна

В якості двигунів у системах неруйнівного контролю використовують стандартні двигуни постійного і змінного струму різної потужності (залежно від виду та характеристик ОК), а також крокові і п'єзодвигуни, що дозволяють покрокове (дискретне) переміщення ОК або ПП під час проведення контролю. До основних переваг крокових та п'єзодвигунів необхідно віднести їх точність (можливий крок кута повороту вала двигуна від 0,1 кут. сек. до десятків кут. град.) і сумісність з пристроями керування на базі комп'ютера.

Електродвигуни обирають згідно багатьох умов і вимог: за електричними, кінематичними, силовими характеристиками; а також згідно вимог експлуатаційного характеру – вологості і температури довколишнього середовища, наявності запилення чи радіаційного випромінювання, поштовхів чи вібрацій під час роботи та ін.

В роботі над КП вважається, що прилади (за винятком декількох варіантів) працюють при сталому навантаженні. Умови довколишнього середовища – нормальні. В зв'язку з цим двигуни обирають по довідниках за номінальною потужністю, родом живлення та частотою обертання

Необхідну потужність двигуна, що стоїть на вході механізму, тобто витратну потужність, визначаємо через спільний коефіцієнт корисної дії (ККД) всього пристрою.

$$N_{\text{вх}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{сп}}} \quad [\text{У.10}]$$

де

$$\eta_{\text{сп}} = \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{пм}} \cdot \eta_{\text{ам}} \quad [\text{У.11}]$$

В свою чергу:

$\eta_{\text{м}}$ – ККД муфти (приймаємо $\eta_{\text{м}} = 1$)

$\eta_{\text{пм}}$ – ККД передавального механізму: $\eta_{\text{пм}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$;

тут $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_n$ – ККД окремих передач передаточного механізму,

$\eta_{\text{вм}}$ - ККД відповідного виконавчого механізму (при його наявності)

Для зручності наводимо таблицю основних середньостатистичних параметрів окремих передач та виконавчих механізмів.

Таблиця 12. Основні середньостатистичні параметри окремих передач та виконавчих механізмів

№ п/п	Тип передачі	Орієнтовні значення ККД	Орієнтовні значення передаточних відношень
1	Пара циліндричних прямозубих чи косозубих коліс	0,9...0,98	1...5
2.	Пара конічних прямозубих чи косозубих коліс	0,9...0,98	1....4
3.	Черв'ячна передача при кількості заходів черв'яка $z_{\text{ч}} = 1..4$	0,65...0,85	20...60
4.	Пара гвинт-гайка з трапецевидною одноходовою різзю	0,50...0,70	-
5.	Хвильова передача	0,8	60...300
6.	Одна пара підшипників кочення	0,99...0,999	-
7.	Одна пара підшипників ковзання	0,97...0,99	-
8.	Мальтійський механізм	0,75...0,85	-
9.	Планетарна передача: Одноступінчаста двохступінчаста	0,97...0,99	2,7...9 3...17
10	Рейкова передача	0,6	-

Примітка. Якщо до складу приводу входить черв'ячна передача або передача гвинт-гайка, які мають достатньо малий ККД, то після розподілу спільного передаточного відношення по передачах і визначення кінематичних параметрів цих передач, рекомендовано провести розрахунок уточненого значення ККД всього пристрою з метою перевірки правильності вибору двигуна.

За величиною розрахованої вхідної потужності за каталогами обирають двигун з урахуванням співвідношення

$$N_{\text{дв}} \geq N_{\text{вх}} \quad [\text{У.12}]$$

Орієнтовно приймають

$$N_{\text{дв}} = (1,2 \dots 1,3) N_{\text{вх}} \quad [\text{У.13}]$$

Обравши двигун, необхідно занотувати його тип, потужність, частоту обертання вихідного валу; для крокових двигунів-крок та момент на вихідному валі, а також основні габаритні та під'єднувальні розміри.

У.4 Кінематичні розрахунки механізму, розробка кінематичної схеми

До кінематичних розрахунків відносяться: розрахунок спільного передаточного відношення всього механізму, визначення частот обертання та кутових швидкостей тих ланок, що здійснюють обертальний рух та лінійних швидкостей ланок з поступальним рухом.

Визначення спільного передаточного відношення провадиться за формулою:

$$i_{\text{сп}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_{\text{вих}}} \quad [\text{У.14}]$$

відомо також, що для складного механізму

$$i_{\text{сп}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots i_k \quad [\text{У.15}]$$

де

$i_1 ; i_2 ; \dots i_k$, передаточні відношення окремих передач привода;

Розподіл спільного передаточного відношення

При розподілі спільного передаточного відношення на окремі передачі необхідно дотримуватись наступного:

1. забезпечити мінімальний приведений до валу двигуна момент інерції привода.
2. забезпечити мінімальні масу і габаритні розміри пристрою.

Ці вимоги будуть виконуватись, якщо буде призначено:

$$i_1 \leq i_2 \leq i_3 \leq \dots$$

де k – кількість передач

Розраховуючи передаточні відношення можна користуватись графічним методом [Л.3].

В разі використання запропонованих в завданнях видів зубчастих передач, необхідно розставити їх в кінематичній схемі, використавши рекомендації Табл.12 та вищевказані теоретичні положення.

При розподілі спільного передаточного відношення на передачі можливі варіанти отримання нецілих, дробових їх значень (з періодичними дробовими частками). В таких випадках можливе заокруглення передаточних відношень і уточнення при цьому спільного передаточного відношення механізму. Виникла при цьому відносна похибка від заокруглення розраховується:

$$\delta = \frac{(i - i_y)}{i} \cdot 100\% \leq \pm 2,5\% \quad [У.16]$$

де

i – уточнене (заокруглене) значення передаточного відношення

Підбір кількості зубців коліс окремих передач механізму

Кількість зубців циліндричних, конічних та черв'ячних передач визначають з урахуванням вимог з інерційності, габаритних розмірів і маси привода. Для попередження підрізання ніжок зубців та забезпечення плавності передачі руху збільшують кількість зубців меншого колеса (шестерні). Теоретично для шестерен підрізання зубців відсутнє при умові $Z_{\min} \geq 17$ для коліс, що виготовлені без зміщення вихідного контура.

Кількість зубців веденого колеса можна обчислити:

$$Z_2 = Z_1 \cdot i_{12} \quad [У.17]$$

де Z_1 - кількість зубців ведучого колеса -шестерні
(чи кількість заходів черв'яка)

Z_2 - кількість зубців веденого колеса;

Для планетарних одно- та двохступінчастих передач підбір кількості зубців коліс проводять за спеціальною методикою, викладеною в [Л.3,4,.....]

Частоти обертання всіх валів з закріпленими на них колесами визначають у напрямі від двигуна до вихідного вала:

$$n_j = \frac{n_{(j-1)}}{i_k} \quad [У.18]$$

де n_j – частота обертання j -того вала;

$n_{(j-1)}$ – частота обертання $(j-1)$ -того вала;

i_k – передаточне відношення передачі між цими валами;

Розробка кінематичної схеми пристрою

Кінематичну схему механізму розробляють на підставі кінематичних розрахунків і в графічній частині проекту викреслюють на аркуші формату А4 (або А3) згідно ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.703-68, ГОСТ 2.707-68, у яких наведено умовні позначення й правила її виконання. На цій схемі повинні бути пронумеровані вали, із вказуванням частоти обертання кожного, зубчасті колеса, із зазначенням кількості зубців, умовним чином показано ланки виконавчого механізму (при його наявності в пристрої), об'єкт контролю чи первинні перетворювачі, а також наведені короткі технічні характеристики двигуна (тип, потужність і частота обертання), передаточні відношення окремих передач і вихідні параметри вихідної ланки. Креслення повинно містити основний напис по ГОСТ 2.104-68.

Кінематична схема викреслюється без масштабу, до неї додається специфікація з указанням позначень всіх наявних елементів. Приклад оформлення кінематичної схеми див. в Додатку рис.3.

У.5 Визначення крутних моментів на валах та орієнтовний розрахунок діаметрів валів

Моменти визначають в напрямку від робочого валу виконавчого механізму до валу двигуна.

$$M_{(j-1)} = \frac{M_j}{\eta_k \cdot i_k} \quad [\text{У.19}]$$

де M_j – момент на j -тому валі;
 $M_{(j-1)}$ – момент на $(j-1)$ -ому валі;
 η_k – ККД зубчастої передачі між валами;
 i_k – передаточне відношення зубчастої передачі між цими валами;

Діаметри валів спочатку визначають орієнтовно, виходячи з виконання умов міцності при деформації кручення.

$$d_i \geq \sqrt[3]{\frac{M_i}{0,2[\tau]}} \quad [\text{У.20}]$$

де:

M_i – момент на i – тому валі; $[\tau]$ – допустиме напруження кручення для матеріалу вала.

Визначені діаметри – це мінімальні значення діаметрів цапф валів, на які встановлюють підшипники. Тому в разі отримання малих значень діаметрів (до 4 мм) здебільшого їх приймають рівними 5; 6 мм, або ще

більшими при наявності конструктивних міркувань. При подальших розрахунках при виборі підшипників проводять уточнений розрахунок найнавантаженого вала з побудовою епюр згинаючих та крутних моментів. [Л.13]

У.6 Розрахунки на міцність. Розрахунки геометричних розмірів.

Головною метою розрахунків при конструюванні є визначення геометричних розмірів всіх ланок і елементів пристрою виготовлених з певних матеріалів, виходячи з умови їх неруйнування під впливом зовнішніх навантажень. При цьому деформації, яких зазнають деталі, теж не повинні перевищувати заданих меж.

Тому для найнавантажених і найвідповідальних елементів пристрою, що розробляється, слід проводити розрахунки на міцність.

Існує два метода розрахунків: проектний та перевірочний. *Проектний метод* застосовують для розрахунку деталей при дії на них великих навантажень. При цьому, наприклад для зубчастих елементів, при відомих зовнішніх навантаженнях і обраних матеріалах визначають основні геометричні розміри (в тому числі модуль колеса), виходячи з виконань відповідних умов міцності. [Л. 3, 4, 14]

Перевірочний метод застосовують в випадках малих навантажень на зубчасті та інші елементи механічних пристроїв. Цей метод більш розповсюджений для приладних механізмів. При його застосуванні основні геометричні розміри деталей та матеріали для їх виготовлення попередньо обирають, а потім при відомих зовнішніх навантаженнях визначають фактичні механічні напруження і перевіряють умови міцності.

При виконанні курсового проекту для визначення діаметрів валів застосовують проектний метод розрахунку на міцність. Для розрахунку зубчастих передач рекомендовано застосовувати перевірочний метод. Причому таким методом обраховується передача з найбільшим крутним моментом на вході (згідно вже складеної кінематичної схеми та наявним розрахунком моментів). Для всіх інших передач, що входять до схеми механізму, розраховуються лише геометричні розміри згідно формул, наведених у відповідних методичних вказівках.[Л.3, 4, 14, 17]. Геометричні розміри інших деталей і елементів (наприклад пальці, поводки, пружини та ін) або обирають з довідникової літератури, або теж перевіряють на міцність по відповідних формулах, наведених в літературі.

Для виконання розрахунків на міцність різних зубчастих передач існують стандартизовані методики, наведені в [Л. 4, 5, 14,] для циліндричних і конічних передач; в [Л.4, 13, 17] для черв'ячної передачі; в [Л.3, 4, 5, 6,] для планетарних передач, а також в Методичних вказівках

до виконання курсового проекту (розрахункова частина) з дисципліни «Деталі та вузли приладів» [Л.17].

Перелік літератури для розрахунків на міцність різних виконавчих механізмів наведений в розділі У.1.

У.7. Вибір підшипників

Підшипники різних видів призначені для зменшення тертя в опорах валів, що обертаються. Вибір цих стандартних вузлів та перевірка правильності вибору відображена в Методичних вказівках [Л.13] та в довідниках з підшипників [Л.8].

У.8. Розрахунок муфти.

Муфти будь-яких конструкцій призначені для з'єднання валів з метою передачі руху. Необхідність застосування муфт викликана тим, що більшість механізмів та їх функціональних вузлів складається з окремих частин з вхідними та вихідними валами. Наприклад електродвигун, передаточний та виконавчий механізми. Безпосередньо кінематичний і силовий зв'язок між ними здійснюється за допомогою муфт.

Деякі типи муфт в приладобудуванні стандартизовано, деякі нормалізовані міжвідомчими нормами. Вибір та розрахунок муфти згідно варіанта завдання відображено в Методичних вказівках [Л.13, Л.17].

Після виконання і перевірки всіх розрахунків згідно плану виконання курсового проекту, Студент переходить до виконання його графічної частини. Більш детально вимоги до виконання графічної частини проекту, приклади складальних креслеників механізмів, вузлів та оформлення робочих креслеників деталей надано в [Л.18]. В тих же Методичних вказівках [Л.18] надані відомості про використання термообробки, покриттів, відхилень форми й розташування поверхонь деталей та інші технічні вимоги по оформленню креслеників.

Примітка: розрахунково-пояснювальна записка оформляється набіло тільки після затвердження складального креслення. Оскільки при конструюванні можливі зміни геометричних розмірів деяких деталей і вузлів (без порушення їх умов міцності, жорсткості, тощо)

УІ. Література

Основна

1. ЕСКД
2. Міждержавні стандарти ГОСТ 2.104-68; 2.106-68; 2.707-2.703.68; ГОСТ 2.108-68;
3. Первицкий Ю.Д. Расчет и конструирование точных механизмов. – Л.: машиностроение, 1976
4. Чернявский С.А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1979
5. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование / под ред. Д.Ф.Тищенко/ - М.: Высшая школа, 1978
6. Вopilкин Е.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем. – М.: Высшая школа, 1980
7. Слюдилов М.Н. Механизмы приборов систем управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1975
8. Перель Л.Я. Подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1983
9. Методические указания к выполнению курсового проектирования №4. Киев: КПИ, 1981
10. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Прикладная механика», «Конструирование механизмов приборов», «Механизмы устройств вычислительной техники» №6. Киев.: КПИ, 1984
11. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсу «Прикладная механика» №5. Киев.: КПИ, 1980
12. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Механизмы приборных и вычислительных систем», «Элементы приборных устройств», «Прикладная механика» №7. Киев, 1984
13. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсу «Прикладная механика» №2. Киев: КПИ, 1983
14. Методические указания к выполнению курсового проектирования по курсам «Прикладная механика», «Механизм устройств вычислительной техники», и «Конструирование механизмов и приборов». Киев.: КПИ, 1984
15. «Основи конструювання та прикладна механіка» Методичні вказівки до самостійних та розрахункових робіт. Київ.: НТУУ «КПІ», 2007
16. «Прикладна механіка. Методичні вказівки до курсового проектування» для студентів приладобудівного факультету напряму підготовки 6051003 «Приладобудування». Київ.: НТУУ «КПІ», 2010

17. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (розрахункова частина) з дисципліни «Деталі та вузли приладів» для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6051003 «Приладобудування». Київ.: «КПІ», 2016

18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту (графічна частина) з дисципліни «Деталі та вузли приладів» для студентів приладобудівного факультету напрямку підготовки 6051003 «Приладобудування». Київ.: «КПІ», 2016

Додаткова

1. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник в 2-х томах /под ред. В.В.Клюева/. – М.: Машиностроение, 1986
2. Вайншток И.С. и др. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник в 2-х томах. – М.: Машиностроение
3. Ермолов И.Н., Останин Ю.Я. «Методы и средства неразрушающего контроля качества» Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988
4. Методы дефектоскопии сварных соединений /под ред. В.Г.Щербинского. – М.: Машиностроение, 1987
5. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 т./под общей ред. В.В.Клюева/ - М.: Машиностроение, 2004

Додаток

1. Лист «Технічне завдання»

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»
(назва вищого навчального закладу)

Кафедра _____

Дисципліна _____

Спеціальність _____

Курс _____ група _____ семестр _____

ЗАВДАННЯ на курсовий проект студента

1. Тема проекту _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним позначенням обов'язкових креслеників) схема кінетична принципова, складальний кресленик, специфікація, деталювання _____

6. Дата видачі завдання _____

Рис.1

Лист «Технічне завдання» (зворотня сторона)
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Керівник _____

(підпис) (прізвище, ім'я, по-батькові)

Рис.2

2. Титульний аркуш

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кафедра _____

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з _____

тема _____

Керівник _____
Допущений до захисту
«_____» _____ 2016 р.
Захищено з оцінкою

Виконав _____
студент _____ *курсу*
групи _____
залікова книжка
№ _____

2016

Рис. 3

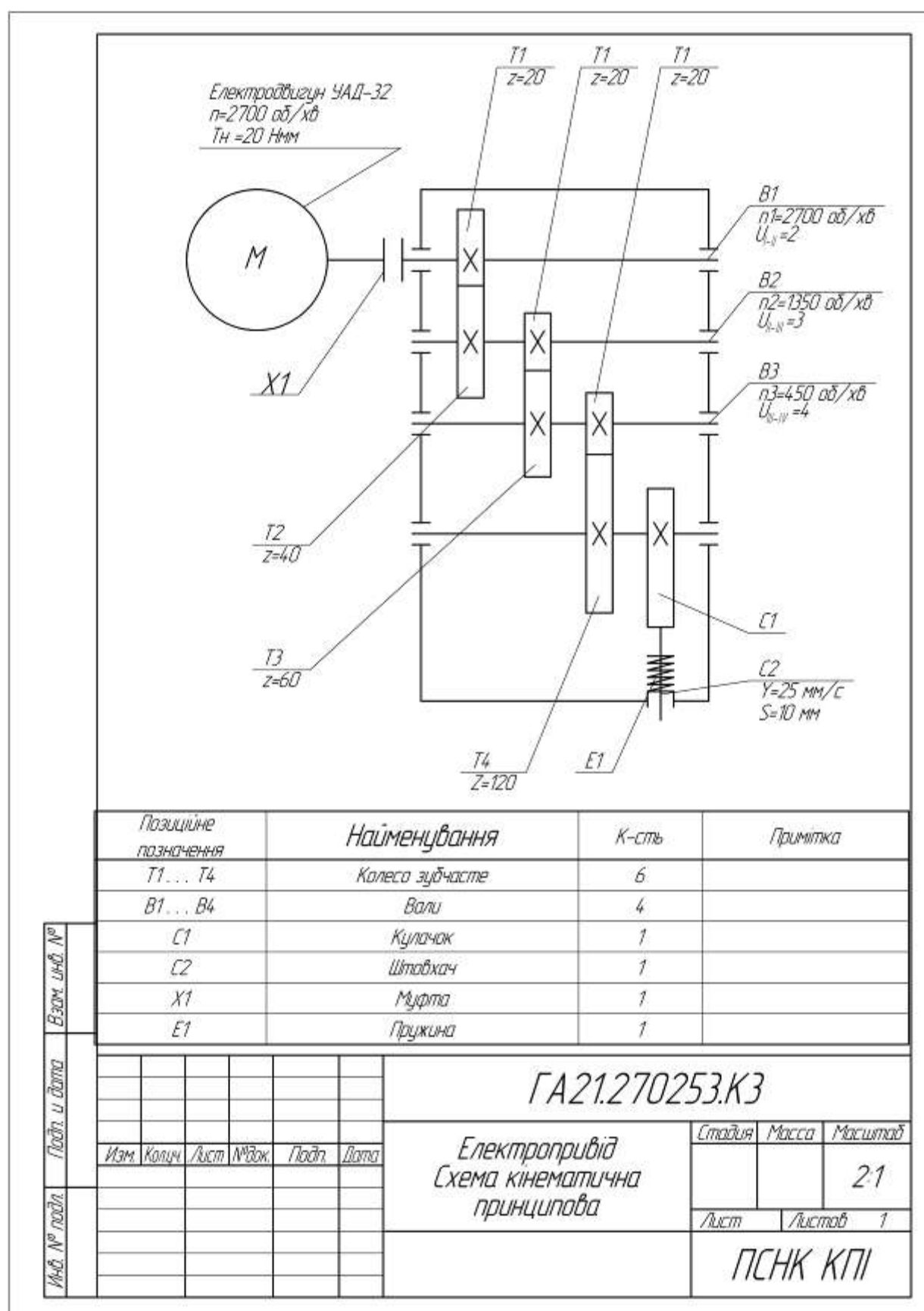


Рис. 4

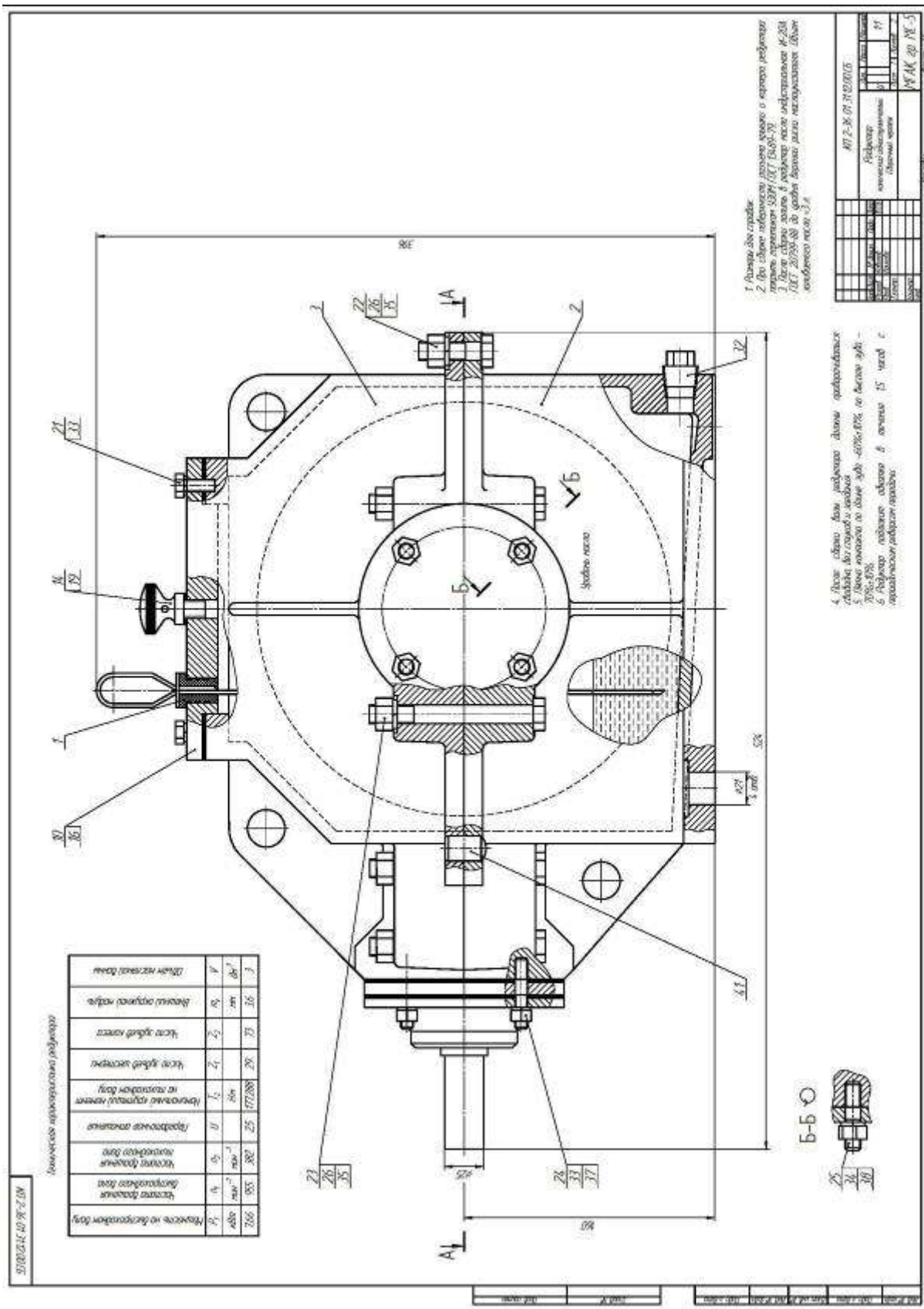


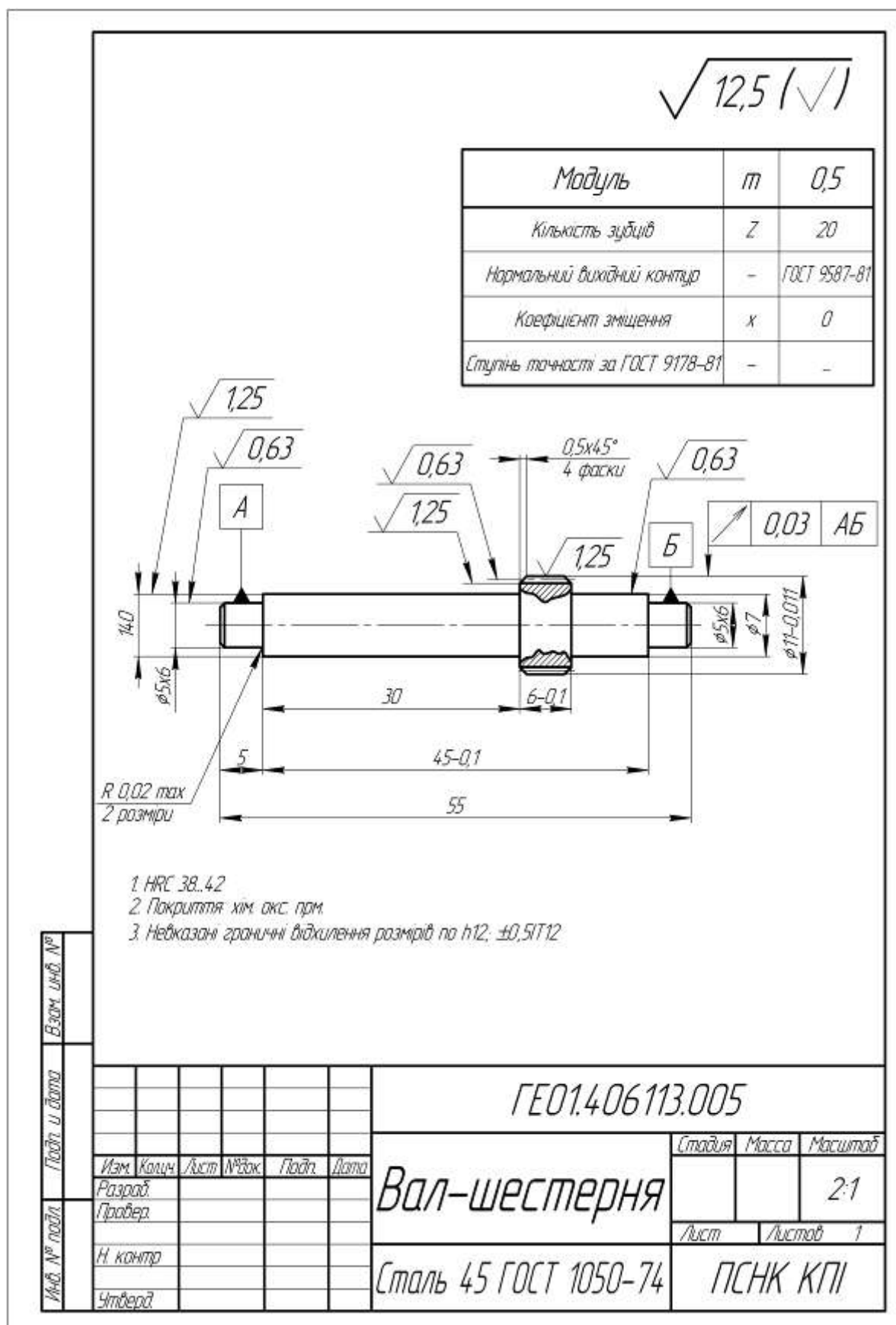
Рис. 5а

Лист 1		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			КП 2-36 01 31.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
		A4			КП 2-36 01 31.12.00 ПЗ	Пояснительная записка		
						<u>Сборочные единицы</u>		
			1			Маслоуказатель жезловый	1	
						<u>Детали</u>		
			2			Корпус	1	
			3			Крышка	1	
			4		КП 2-36 01 31.12.04	Вал	1	
			5			Вал-шестерня	1	
			6		КП 2-36 01 31.12.06	Колесо зубчатое	1	
			7			Крышка ведомого вала	1	
			8			Крышка ведомого вала	1	
			9			Крышка ведущего вала	1	
			10			Крышка люка	1	
			11			Стакан	1	
			12			Втулка	1	
			13			Втулка	1	
			14			Салун	1	
			15			Прокладка	1	
			16			Прокладка	1	
			17			Прокладка	2	
			18			Прокладка	1	
		КП 2-36 01 31.12.00						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата			
Разраб.		Кобалев			01.12.06			
Проб.		Брикова						
И.контр.								
Чтб.								
Редуктор						Лит. 4		
конический одноступенчатый						Лист 1		
						Листов 3		
						МГАК, гр. МС-5		
Копировал						Формат А4		

Рис. 6а

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		19		Прокладка	1	
		20		Кольцо маслосбрасывающее	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		21		Болт М8-8d×20.56.05 ГОСТ 7798-70	4	
		22		Болт М12-8d×40.56.05 ГОСТ 7798-70	2	
		23		Болт М12-8d×105.56.05 ГОСТ 7798-70	8	
		24		Гайка М8-7Н.6.05 ГОСТ 5915-70	4	
		25		Гайка М10-7Н.6.05 ГОСТ 5915-70	8	
		26		Гайка М12-7Н.6.05 ГОСТ 5915-70	10	
		27		Гайка М33×15-7Н.6.05 ГОСТ 11871-88	1	
		28		Манжета 1-30×52-1 ГОСТ 8752-79	1	
		29		Манжета 1-36×58-1 ГОСТ 8752-79	1	
		30		Подшипник 7207 ГОСТ 333-79	2	
		31		Подшипник 7209 ГОСТ 333-79	2	
		32		Пробка К1/2" ГОСТ 12202-86	1	
		33		Шайба 8 65Г 05 ГОСТ 6402-70	6	
		34		Шайба 10 65Г 05	8	
КП 2-36 01 31.12.00						Лист 2
Изд. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	
Взам. инд. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат А4	
Изд. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Рис. 66



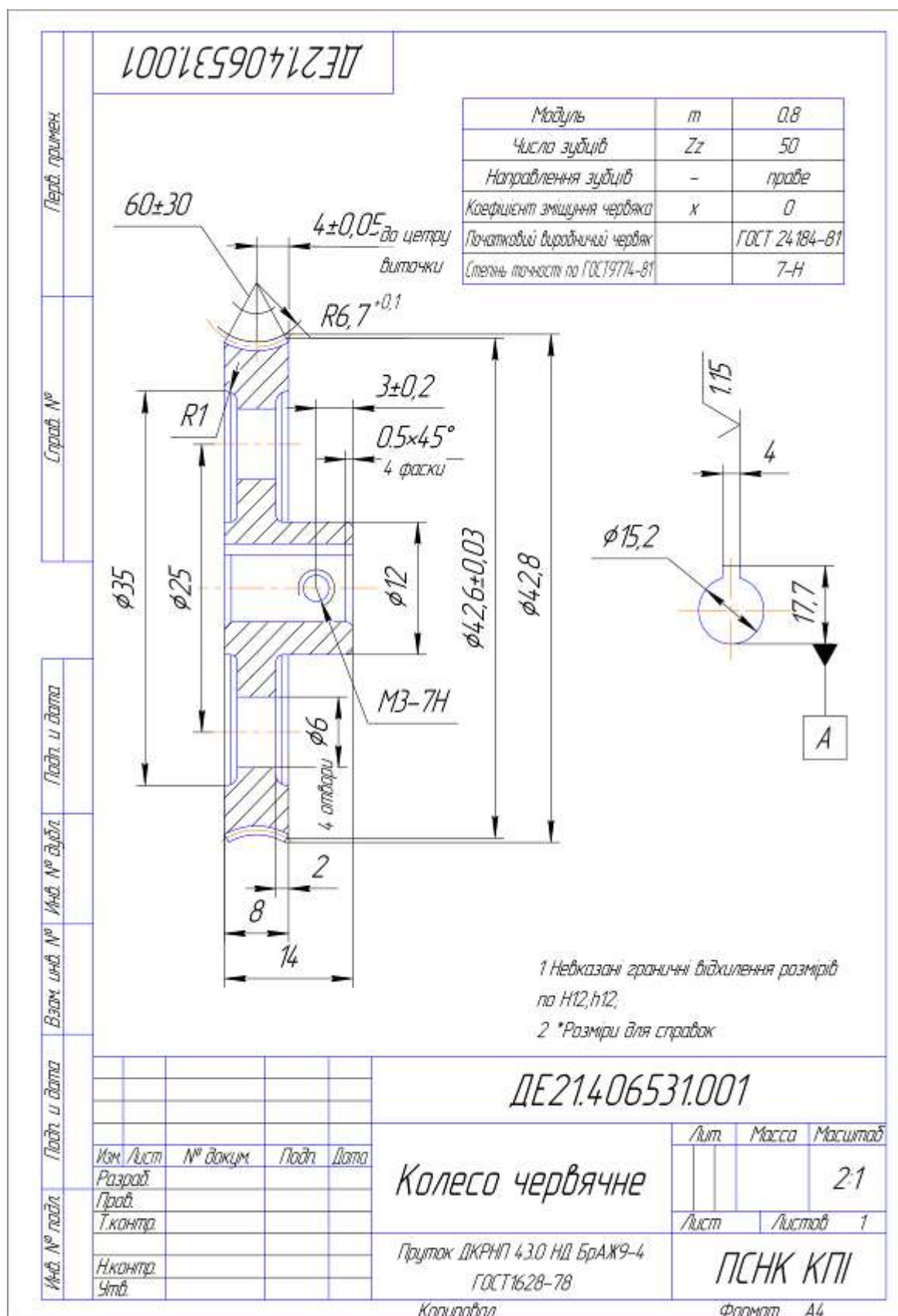


Рис. 9

Зміст

	стор.
I. Загальні методичні вказівки	3
II. Вступ	8
III. Загальні положення	11
IV. Теми і варіанти курсових проектів	12
V. Порядок розрахунку курсового проекту	44
VI. Література	55
VII. Додаток	57

КИЇВ 2016

